

---

# Càrrega mental

---

PID\_00244505

Inés Dalmau Pons  
Ramon Ferrer Puig  
Pere Jorba Jorba

---

Temps mínim de dedicació recomanat: 4 hores

---





# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	7
<b>1. Definició</b> .....	9
<b>2. Conseqüències</b> .....	10
2.1. Fatiga mental .....	10
2.2. Errors .....	11
<b>3. Models de càrrega mental</b> .....	13
3.1. Els processos cognitius .....	17
3.2. La importància de les diferències individuals .....	23
<b>4. Avaluació</b> .....	24
4.1. Tècniques d'avaluació de la càrrega mental .....	24
4.2. Selecció de tècniques d'avaluació .....	29
<b>5. Intervenció</b> .....	31
<b>6. Cas particular: sentència del Tribunal Suprem</b> .....	34
<b>Resum</b> .....	44
<b>Bibliografia</b> .....	45



## Introducció

Actualment, és freqüent trobar en els mitjans de comunicació notícies que ens recorden l'allau d'informació a la qual estem exposats i ens prevenen sobre aquesta. Per a gestionar aquesta sobreexposició ja s'han generat cursos de formació, encara que pugui semblar paradoxal afegir una sobrecàrrega informativa i formativa sobre la ja existent per, precisament, reduir-la. La sobrecàrrega informativa i comunicativa en l'entorn laboral pot representar un risc per a la nostra salut.

L'automatització de les tasques ha reduït la càrrega física de treball, mentre que ha incrementat el processament de la informació que comporten fins a superar el límit de la capacitat humana en determinades ocasions.

En tota activitat laboral, s'observen simultàniament tres dimensions en proporció diferent: la física, la mental i la psíquica. Si recordem el concepte de salut proposat per l'Organització Mundial de la Salut el 1948, definida com l'estat de benestar físic, mental i social (i no únicament com a absència de malaltia), trobem també aquests aspectes.

La sobrecàrrega, i també la infracàrrega, en l'exigència presentada per a cadascuna de les tres dimensions, pot donar lloc a una sèrie de conseqüències, entre les quals destaca la fatiga.

Tal com indica la norma ISO 10.075-1 (1991) (UNE-EN ISO 10075-1, 2001), qualsevol activitat, inclosa la física, pot generar estrès mental en les persones. Els elements informatius estan sempre presents al nostre voltant. Si activem els processos d'atenció, aquests es processaran i, atès el cas, s'emetran les respostes oportunes. L'estudi dels processos perceptius, memorístics i de presa de decisions ha estat abordat per la psicologia cognitiva. L'ergonomia cognitiva, basant-se en aquests coneixements, els ha ampliat a les conseqüències que es deriven de la presa de decisions, com per exemple els errors en fer una tasca o activitat en un entorn complex.

L'**ergonomia cognitiva** estudia la manera com la persona percep la informació, determina la decisió més apropiada, duu a terme les accions pertinents, transmet informació a altres treballadors, etc.

El model cognitiu que té la persona de la tasca que està duent a terme és fonamental per a aconseguir manejar o controlar amb seguretat i eficàcia tot el procés. L'**anàlisi i prevenció de l'error** humà és un dels aspectes més destacats

### Lectura recomanada

«Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 1: Términos generales y definiciones» (UNE-EN ISO 10075-1: 2001). Madrid: AENOR.

de l'ergonomia cognitiva. En aquest sentit, un dels àmbits en què s'ha intervingut més en les últimes dècades és el disseny d'interfícies sistema-operari, entre les quals podem esmentar exemples que van des dels elements informatius dels automòbils de turisme fins a les cabines de pilotatge dels avions, passant per les sales de control de centrals nuclears i tèrmiques.

És de vital importància optimitzar la relació entre les exigències cognitives necessàries per a desenvolupar un treball i les capacitats de la persona que l'ha de dur a terme, ja que si es planteja un desajustament sever entre aquestes, les conseqüències poden arribar a ser fatals. En sistemes complexos, l'error humà és la causa principal del 60-70% dels accidents.

La càrrega mental no depèn únicament de factors cognitius: el cansament físic generat per la tasca pot afectar el processament d'informació. A més, està influenciada per la càrrega psíquica (estrès, etc.). Tot això dificulta diferenciar entre la càrrega mental derivada exclusivament de la tasca i la que deriva de la situació personal del treballador. Altres elements que poden influir sobre la càrrega mental són d'origen ambiental: il·luminació, soroll i confort tèrmic, per exemple.

#### Lectura recomanada

Us recomanem llegir la nota tècnica de prevenció (NTP) següent:

**M. I. de Arquer** (1999). «Càrrega mental de trabajo: factores». NTP 534. Madrid: INSHT.

## Objectius

Els principals objectius d'aquest mòdul són els següents:

- 1.** Descriure el concepte de càrrega mental i les seves principals conseqüències.
- 2.** Analitzar la relació entre càrrega mental i riscos psicosocials.
- 3.** Conèixer els principals factors de risc i models de càrrega mental.
- 4.** Descriure les principals tècniques d'avaluació.
- 5.** Proposar mesures preventives.





## 1. Definició

Des de la dècada dels anys setanta del segle passat, s'han proposat diverses definicions del concepte **càrrega mental** que fan referència a la interacció entre treballador i tasca assignada, especialment quan les demandes d'aquesta poden sobrepassar les capacitats d'aquell per excés en la major part d'ocasions, encara que també per defecte.

Per a abordar-la, cal centrar-se en els requisits i exigències de processament d'informació de la tasca (considerant factors cognitius, motivacionals i emocionals, des de l'atenció fins a l'estat d'ànim, passant pel model mental que tingui la persona del procés) i, posteriorment, en el comportament manifestat, la satisfacció laboral reportada i els seus possibles efectes psicofisiològics.

L'Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball (INSHT) defineix *càrrega mental* com a «conjunt de requeriments mentals, cognitius i intel·lectuals als quals es veu sotmès el treballador al llarg de la seva jornada laboral, és a dir, nivell d'activitat mental o d'esforç intel·lectual necessari per desenvolupar el treball» (Sebastián i Del Hoyo, 2002).

D'una manera més conceptual, la càrrega mental pot definir-se com la quantitat de recursos disponibles per a processar informació aplicables en la realització d'una tasca. Estarà determinada per les característiques de cada persona (edat, formació, entrenament, experiència, etc.), és a dir, presenta diferències individuals, de la mateixa manera que en la majoria de processos en els quals participen éssers humans. En conseqüència, hi ha uns recursos demanats, uns recursos disponibles i uns recursos aplicats, durant un període temporal limitat.

Els recursos són limitats i poden esgotar-se al llarg del temps de què se'n disposa. La tasca pot demandar/generar *infracàrrega*, *càrrega òptima* o *sobrecàrrega* al llarg d'un *continuum* temporal. En les situacions extremes, per damunt i per sota de la zona i/o període de càrrega òptima, és probable que es generin distraccions i fatiga mental que podran tenir conseqüències negatives per a la salut i incrementaran la probabilitat d'incórrer en errors.

## 2. Conseqüències

### 2.1. Fatiga mental

La persona pot patir fatiga mental quan les condicions del treball demanden el manteniment perllongat del processament d'informació. La seva primera manifestació serà una sensació subjectiva de fatiga i una disminució del rendiment, els símptomes principals del qual són els següents:

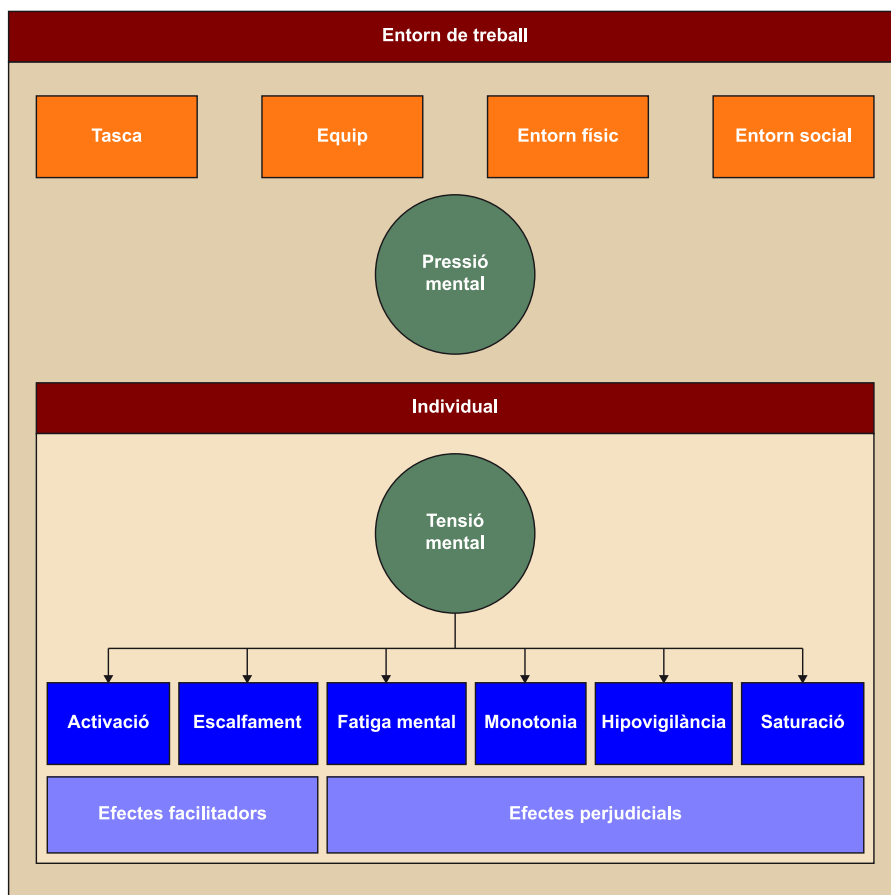
- disminució dels nivells d'atenció
- alentiment en el processament d'informació
- disminució de la motivació per a la tasca

Si aquesta situació es fa crònica, apareixeran, successivament:

- inestabilitat emocional (irritabilitat, ansietat, etc.)
- alteracions del son
- alteracions psicossomàtiques

En la figura 1, es descriuen els principals efectes de la càrrega mental segons la norma ISO 10.075-1, en la qual es defineix *fatiga* com l'alteració temporal de l'eficiència funcional de la persona basant-se en la seva activitat prèvia i de l'estructura temporal d'aquesta. Per a eliminar-la, cal disposar de períodes de descans. També esmenta altres possibles efectes de la càrrega mental, com ara la monotonia (progressiva reducció de l'activació que pot aparèixer en tasques llargues, uniformes i repetitives), la hipovigilància (reducció de la capacitat de detecció en tasques de control) i la saturació mental (rebuig d'una situació repetitiva).

Figura 1. Principals conseqüències de la càrrega mental



## 2.2. Errors

En la majoria de casos, es tracta de situacions involuntàries i no desitjades pels treballadors que els cometen, tret dels casos rars de sabotatge o autolesió.

S'han definit dos tipus bàsics d'errors:

- Els ocasionats per accions involuntàries: **relliscades** o fallades en el procés d'atenció, **lapsus** o fallades en el procés de memòria.
- Els ocasionats per accions deliberades: **equivocacions** en les regles o en els coneixements, **violacions** de les regles o els procediments, efectuats de manera habitual o excepcional.

Les fonts d'error més comunes són les següents:

- Atenció inadequada i/o distracció, sovint derivades de períodes de treball excessivament perllongats, sense temps per a recuperar els nivells òptims d'activació.

- Incapacitat per a retenir tota la informació presentada, per a mantenir-la en la memòria de treball durant un període de temps determinat o per a recuperar tota la necessària des de la memòria a llarg termini.
- La informació percebuda no es correspon amb les expectatives de la persona (pot donar lloc a falses alarmes, per exemple).
- Procediments de treball que permeten obviar o «saltar-se» passos fonamentals.
- Entorn ambiental que dificulta el processament d'informació (soroll, estrès tèrmic, il·luminació deficient, etc.).
- Escassa informació, formació, entrenament, experiència, etc.

Per a analitzar-la, acostuma a ser molt útil subdividir la tasca general en subtasques i identificar en quines es poden produir errors, prioritzant-los prenent com a base el nivell de gravetat de les seves conseqüències.

### 3. Models de càrrega mental

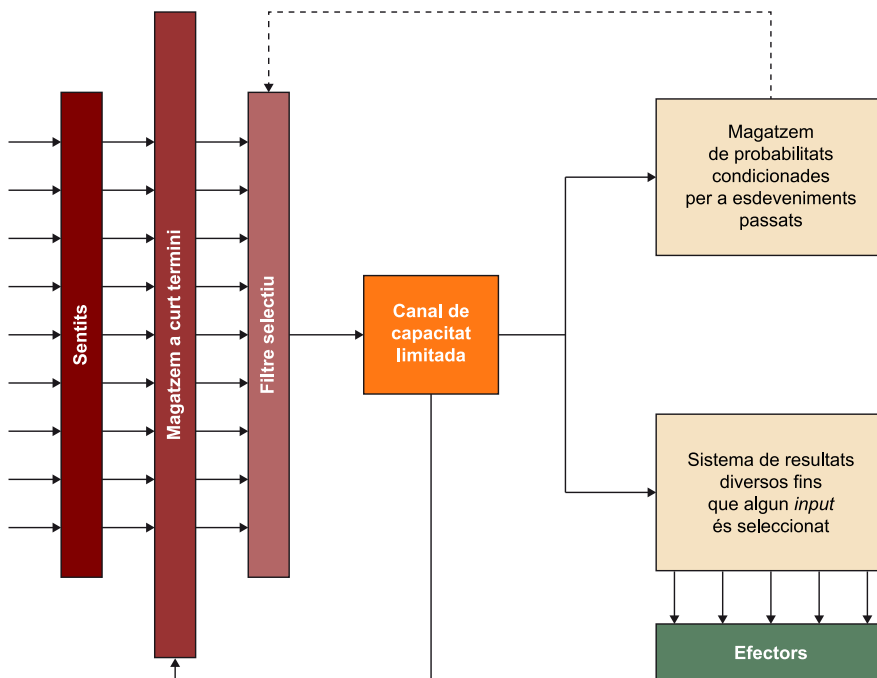
Des de mitjan segle passat, s'han proposat diferents models per a estudiar i prevenir la càrrega mental. A continuació, se'n descriuen alguns breument.

#### Models de filtre o models de coll d'ampolla

Aquests models afirmaven que les limitacions en el processament d'informació podien ser localitzades en un únic mecanisme. Dues tasques interferiran quan utilitzin estructures o mecanismes de processament comuns. Sentir una cançó de fons, la lletra de la qual sigui en la nostra llengua materna i, simultàniament, intentar mantenir una conversa amb una altra persona en la mateixa llengua, probablement ens generarà interferències, atès que ambdues tasques requereixen els canals auditius. Escoltar música sense lletra i llegir aquest text no interferirà tant, ja que es tracta de canals de processament diferents.

El primer i més influent d'aquests models va ser proposat per Broadbent el 1958 (figura 2).

Figura 2. Model de coll d'ampolla únic



Aquest tipus de models evidencia les dues característiques que tenim en compte en valorar un risc: magnitud i freqüència. La capacitat de l'ésser humà és limitada: poder donar resposta a un determinat nivell d'exigència dependrà tant del volum (quantitat i qualitat) com del temps que tinguem per a fer-ho.

### Models de recursos o de capacitat de processament

El terme *recurs* es defineix com un constructe hipotètic, és a dir, no té una evidència empírica directa, però permet modelitzar les observacions efectuades sobre el rendiment sense que estigui relacionat amb una estructura anatòmica o fisiològica de l'organisme. Els models que empren recursos s'utilitzen per a representar com una persona pot cometre errors.

Aquests models parteixen del supòsit que els recursos de processament d'informació són limitats encara que distribuïbles. Si s'excedeixen els límits, produiran interferències entre les tasques. En principi, les persones processem de manera serial, és a dir, les estructures de processament es dediquen a una sola tasca alhora, però si les nostres capacitats no s'omplen, podem dur a terme diferents tasques simultàniament, cosa que es denomina *processament en paral·lel*. D'aquesta manera, l'atenció es dividiria entre diverses tasques de manera simultània. No obstant això, quan augmenti molt una d'aquestes, podria arribar a acaparar tots els recursos atencional, de manera que les altres es veurien desateses.

#### Exemple

Un exemple molt simple podria ser el d'emplenar un formulari en el processador de textos de l'ordinador i, simultàniament, mantenir una conversa telefònica. Si les dades que ens demanen són simples i se seleccionen, per exemple, mitjançant menús desplegable, es poden portar a terme ambdues activitats alhora; no obstant això, si ens demanen una dada que hem d'introduir mitjançant el teclat, com la nostra adreça, NIF o número de telèfon, pot ser que deixem de parlar (i gairebé d'escoltar) per centrar-nos únicament en el redactat.

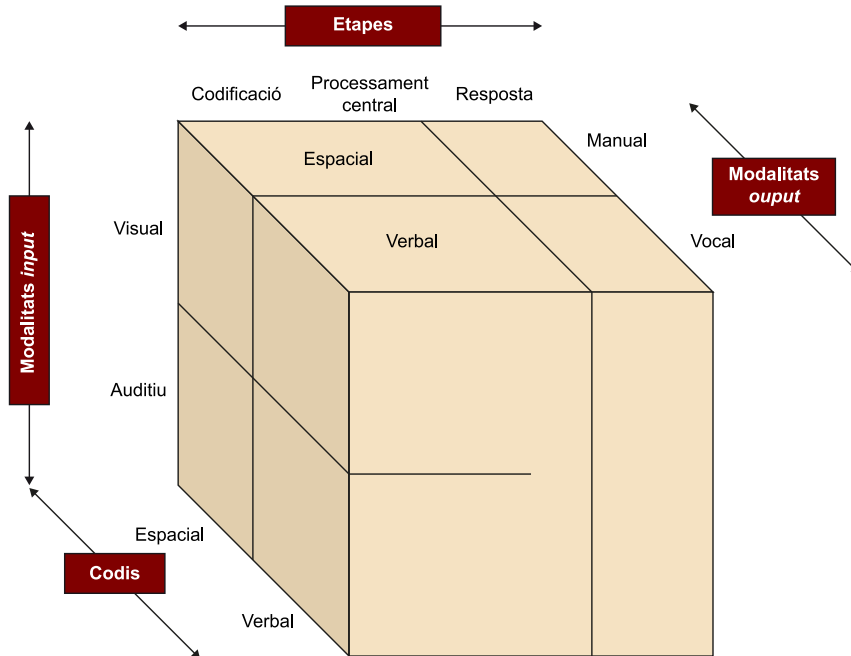
A mesura que la tasca es fa més difícil, o quan cal augmentar el nivell de rendiment, es requereixen més recursos. Si s'intenten fer tasques addicionals, l'execució en una o més tasques es degradarà.

Entre els models de recursos, destaca el proposat per Wickens (figura 3): els recursos es poden representar mitjançant tres dimensions dicotòmiques:

- recursos definits pel nivell de processament (processos inicials, perceptius o de processament central enfront de processos tardans, de resposta);
- recursos definits per la modalitat (*input* auditiu enfront de visual i *output* manual davant de vocal);
- recursos definits pel codi de processament (espacial enfront de verbal).

Suposa una estructura jeràrquica de recursos que ordenaria les etapes de processament en un primer nivell, per sobre dels codis de processament, i aquests, al seu torn, per sobre de les modalitats.

Figura 3. Model de Wickens



Aquest model incorpora alguns dels factors que han demostrat la seva influència en el patró d'interferència entre dues tasques simultànies que competeixen per a accedir als mecanismes centrals de processament.

### Models de càrrega mental

Es tracta de propostes de modelització no únicament del processament d'informació, o ergonomia cognitiva, sinó específiques de la càrrega mental de treball.

**Hart i Stavelanden** (1988) van definir *càrrega mental* com el cost que havia d'assumir un treballador per a aconseguir un rendiment fixat. Amb això, centren el seu objectiu en la persona i no tant en la tasca. Es tracta del primer model de càrrega mental relacionat amb un instrument específic per a avaluar-la: el NASA-TLX. La càrrega subjectiva del treballador, superior a la càrrega objectiva de la tasca, resumeix, segons aquests autors, tots els factors implicats.

En canvi, el **model cohesiu de Meshkati** se centra en el caràcter multidimensional de la càrrega mental i intenta definir totes les variables que hi poden intervenir; és especialment sensible a la intervenció de les diferències individuals.

### Model de càrrega mental ISO 10.075

#### Vegeu també

El mètode NASA-TLX es descriurà més endavant en l'apartat «Tècniques d'avaluació de la càrrega mental».

#### Lectura recomanada

Recomanem llegir l'NTP 544: **M. I. d'Arquer; C. Nogareda** (2000). «Estimació de la càrrega mental de treball: el mètode NASA TLX». NTP 544. Madrid: INSHT

La primera part de la norma ISO 10.075, del 1991, descriu els elements generadors de càrrega mental, que en principi denominava *estrès mental*, com les exigències de la tasca, les condicions físiques de l'entorn i els factors socials i organitzatius que l'envolten. Tots ells, en funció de les seves característiques individuals en formació, personalitat, experiència, etc., podrien generar «tensió mental» en treballadors que fossin més susceptibles a aquesta, i manifestar-se en els processos d'activació, escalfament (temps per a aconseguir el ritme òptim de treball), fatiga mental, monotonia, reducció de la vigilància o concentració i satisfacció mental. Aquests efectes poden ser facilitadors o interferir en el desenvolupament de les tasques, en funció de com se'n concreti l'aparició, i poden arribar a afectar tant els aspectes d'accidentalitat laboral com els de la salut personal dels treballadors.

Posteriorment, el **model de càrrega mental de Bi i Salvendy** defineix la càrrega mental mitjançant un conjunt de paràmetres, considerats com a exigències objectives de la tasca: ritme de la tasca, complexitat, incertesa i criteris de rendiment. Mitjançant aquests paràmetres, intenta predir el nivell de càrrega imposat pel treball amb un model matemàtic.

Finalment, el **model Workload Profile de Wickens, Gordon i Liu**, del 1998, suposa que quan rebem informació de l'entorn actuem cognitivament en diverses direccions i, segons la seva valoració ponderada, emetem una resposta. Es tracta d'una proposta molt útil com a guia per a dissenyar ergonòmicament llocs de treball.

Segons aquest model, el processament d'informació pot dividir-se en tres fases (figura 4):

- **Estat perceptiu.** Estat en el qual captem la informació amb els sentits (sensació) i la comparem amb els coneixements emmagatzemats en la memòria per donar-li un significat (percepció).
- **Estat cognitiu.** Estat en el qual comparem la informació amb contingut significatiu amb els objectius que teníem fixats, efectuem transformacions sobre aquesta informació, fem inferències, resolem problemes i valorem les possibles respostes.
- **Estat d'acció.** Estat en el qual seleccionem una resposta (cognició, presa de decisions, etc.) i elaborem accions verbals o motrius (resposta).

#### Lectura recomanada

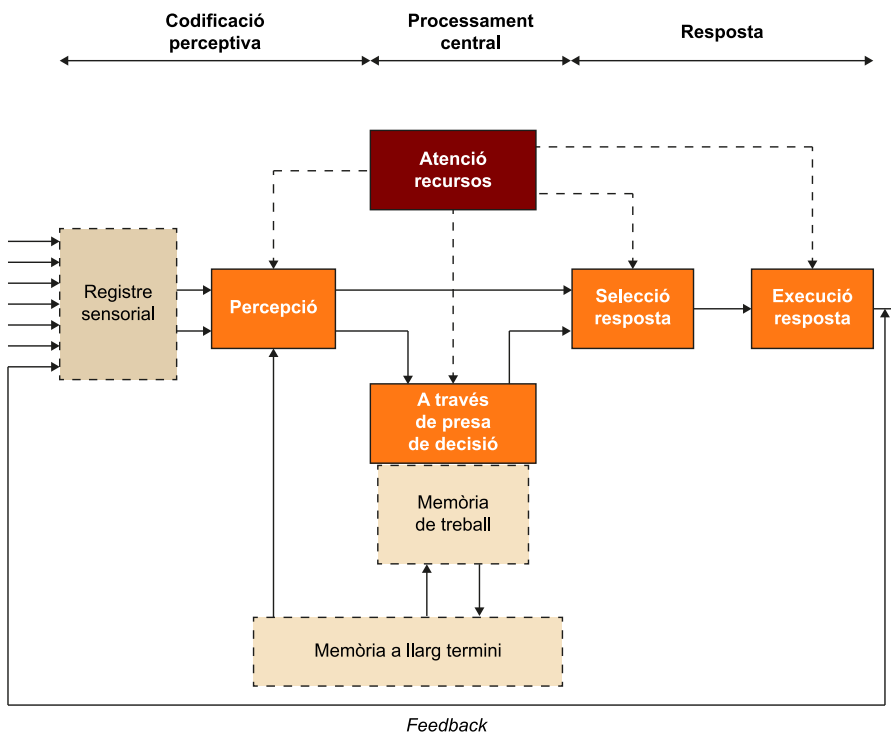
«Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 1: Términos generales y definiciones» (UNE-EN ISO 10075-1: 2001). Madrid: AENOR.



### 3.1. Els processos cognitius

En síntesi, en psicologia els principals estadis cognitius que integren el denominat *processament de la informació* són el següents: **atenció**, **percepció**, **memòria** i **presa de decisions**. A continuació es descriuran de manera simplificada aquests estadis i les principals relacions que s'estableixen entre ells (figura 4).

Figura 4. Estadis cognitius en el processament d'informació



#### L'atenció

Pot definir-se com la consciència o vigilància sobre els estímuls que té un treballador en un determinat període temporal. Les persones sense cap tipus de disfuncionalitat tenen exteroceptors (els coneguts com a «cinc sentits») i propioceptors (que els indiquen la direcció i el rang de moviments, possibiliten respostes automàtiques, sustenten l'acció motora planificada, etc.). Fisiològicament, s'origina en el nivell d'activació de la formació reticular ascendent i de l'escorça cerebral.

Des de fa temps, es coneixen els rangs de captació dels estímuls que ens envolten per part dels òrgans sensorials, però només s'activarà la **sensació** o captació d'un estímul concret (en una persona que no pateixi cap disfuncionalitat sensorial) si el seu nivell d'atenció està actiu i aquest estímul o senyal supera el nivell de presència generat simultàniament per altres estímuls de la mateixa qualitat (acústica o visual, per exemple) que hi estiguin presents. Col·loquialment, parlem de la situació en què la persona no «estigui distreta»

o «sobrecupada» amb altres estímuls, de manera que també estem introduint el terme *concentració*: pendent d'una tasca o d'un conjunt de tasques simultàniament.

La falta d'atenció és el factor al qual s'atribueix una causalitat més gran d'accidents de treball en els informes d'accidents laborals.

### Exemple

Suposem que estem conduint una moto amb la vista fixada en la ruta que tenim davant i que, amb certa freqüència, observem alternadament els vehicles que tenim a banda i banda; també mitjançant els retrovisors intentem veure si algun vehicle de motor està darrere, molt a prop. Intentem ajustar la nostra velocitat a la velocitat del trànsit general. Ens crida l'atenció un reflex lumínic o un moviment en l'encreuament que tenim davant a la dreta... Quants elements podrem captar simultàniament fins que la nostra atenció se satura i deixem de captar algun element en el nostre entorn immediat que potser és important o vital? La mateixa situació es pot plantejar en la conducció d'un automòbil, un avió, una sala de control d'una central tèrmica o nuclear, un tren d'alta velocitat, un tractor, una màquina de tall, de premsatge, etc.

Hi ha diversos tipus d'atenció:

- **L'atenció difusa**, més generalitzada. Per exemple, la tasca de vigilància d'una màquina d'envasament automàtic.
- **L'atenció selectiva**, en la qual s'atenen unes determinades fonts d'informació, obviant-ne d'altres de presents, com en el cas d'una línia de selecció de fruites de rebuig: s'hi pot estar conversant amb companys de treball mentre s'observa la correcta selecció de fruites que cal eliminar.
- **L'atenció dividida**, que es distribueix alternativament entre diverses fonts d'informació, com ocorre en la conducció d'un vehicle: el vehicle propi, els altres vehicles, la via de circulació, els ocupants, els transeünts, els senyals de trànsit, etc.

Els principals riscos per al correcte funcionament de l'atenció són l'**atenció sostinguda** durant períodes temporals excessivament llargs i la **hipervigilància** i la **hipovigilància**, és a dir, l'excés o la manca d'elements que activin l'atenció. L'atenció selectiva sobre determinats senyals, basant-nos en el que la nostra experiència ens ha ensenyat a prioritzar, facilita el desenvolupament d'una tasca, i una adequada pauta de pauses i descansos.

Un aspecte que, a vegades, pot afectar l'atenció és l'ús d'equips de protecció individual que dificultin la captació de senyals (taps auditius o auriculars, guants, indumentària especial, etc.). En cap cas no haurien d'incidir sobre els nivells de captació dels senyals presents en l'entorn ni dificultar una ràpida resposta motora de la persona.

L'atenció dirigeix i focalitza la percepció seleccionant la informació rellevant.

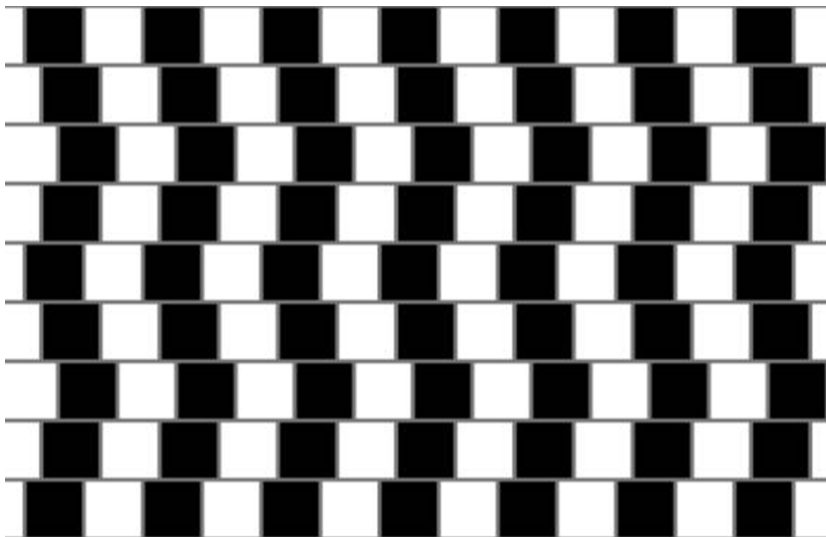
## La percepció

Entenem com a *percepció* el procés que ens permet identificar la informació; la interpretació dels estímuls captats pels sentits mitjançant el procés de sensació depèn majoritàriament de l'aprenentatge i l'experiència. En conseqüència, una informació i una formació adequades poden modificar-la.

Encara que no es tingui plena consciència de la seva presència, es tracta d'un procés actiu que pot generar dades incorrectes o deformades, com en el cas de les denominades *il·lusions sensorials*, elaborades precisament per «enganyar els sentits». Posem-ne alguns exemples:

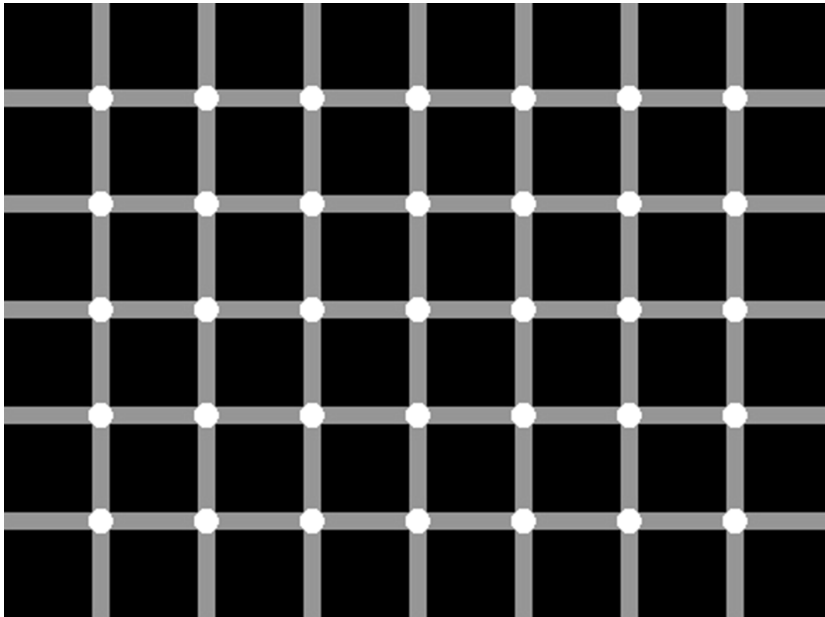
### Exemple

Les línies de la imatge següent són paral·leles?



Les línies són paral·leles encara que no ho sembli per la disposició dels quadres i pel contrast entre el blanc i el negre, que dificulten que s'aprecii correctament la línia que separa les files i que fan que cada quadre sembli més ample en un dels extrems. Aquesta il·lusió es coneix des del 1898, però la va popularitzar en els anys setanta del segle passat Richard Gregory, que li va posar el seu nom en veure-la a la paret d'una cafeteria de Bristol. Hi ha un edifici a Melbourne que juga amb aquest efecte.

Hi ha punts negres en la intersecció de les línies?



És la il·lusió de la quadrícula que centelleja (semblant a la d'Hermann i descoberta per I. Lingelbach el 1994): n'hi ha prou amb fixar-se en una de les interseccions (qualsevol) per a comprovar que no hi ha cap punt negre. Encara que allà sembla que n'hi ha un altre. I allà, i allà...

Es decidirà quin comportament seguir basant-se en la informació interpretada pel procés perceptiu i no en la informació real, exacta, captada pels sentits. Un dels objectius de l'ergonomia, en el seu abordatge de la temàtica de **comandaments i senyals**, tracta de l'estudi de com ha de presentar-se la informació perquè aparegui inequívocament després del filtre de la percepció, sense distorsions.

### La memòria

La memòria és una funció cerebral que codifica, emmagatzema i recupera la informació. Es classifica, convencionalment, en diversos tipus:

- **Memòria sensorial.** La informació captada pels sentits es manté menys d'un segon. Una vegada filtrada pels processos d'atenció i interpretada mitjançant la percepció, és emmagatzemada en la memòria a curt termini per possibilitar-ne la utilització posterior.
- **Memòria de treball o memòria operativa.** Aquest magatzem a curt termini té, com el seu nom indica, limitacions temporals i espacials: els seus continguts desapareixen al cap de vint segons, aproximadament, si no s'opera amb ells. Un simple repàs mental permet ampliar aquest límit temporal. La seva capacitat oscil·la entre cinc i nou elements simultàniament per a més de la meitat de la població. Si s'emmagatzema nova informació en la memòria a curt termini, es fa a costa de perdre elements que hi eren.
- **Memòria a llarg termini.** La informació que es descriu com a útil o interessant es transfereix a l'anomenada simplement *memòria*, en la qual ro-

mandrà durant intervals de temps molt llargs. És en aquest magatzem de memòria on es troba la informació permanent que té cada persona, i que és bàsicament de dos tipus: la que conté la informació sobre fets coneguts, dades, procediments, esquemes, etc., anomenada *declarativa*; i la que conté la informació necessària per dur a terme alguna cosa (si succeeix alguna cosa, llavors succeeix allò), anomenada *procedimental*.

En els processos memorístics s'observen dos fenòmens: el record i el reconeixement. Mentre que el record és limitat (permet recuperar unes 2.000 paraules de la llengua materna), el reconeixement és pràcticament il·limitat (permet, per exemple, identificar unes 100.000 paraules en diferents llengües).

Diversos factors poden influir en la capacitat de record: l'edat (dificulta el procés d'emmagatzematge, però facilita el de recuperació, en absència d'alteracions fisiològiques degeneratives), el nivell d'anàlisi efectuada sobre la informació percebuda (basant-nos en la importància que li atorguem), les interferències sensorials que poden ser-hi presents durant el procés de consolidació o recuperació de la informació, etc.

### La presa de decisions

La presa de decisions és el procés mitjançant el qual es defineix un problema, es recuperen les dades pertinents de la memòria, s'estableixen les possibles alternatives per a resoldre'l i es tria una acció per a dur a terme (que pot ser no fer res). Les possibles conseqüències d'aquestes accions, la responsabilitat que es tingui sobre aquestes, etc. poden afectar la càrrega mental, sobretot en els casos en els quals el nivell d'incertesa sobre les alternatives per a resoldre el problema sigui elevat.

Bàsicament, existeixen dos tipus processos de presa de decisions:

- **Decisions estructurades:** es prenen amb freqüència; no és necessari dissenyar un procés de resolució específic. Se segueix el mateix procediment que s'ha efectuat amb anterioritat en diverses ocasions. Estalvien temps de processament i possibiliten dedicar el procés d'atenció a altres estímuls.
- **Decisions no estructurades:** es prenen davant problemes o situacions que es presenten amb poca freqüència o que requereixen un procés específic de solució.

La qualitat o tipus de la informació que cal processar afectarà l'esforç requerit per a manejar-la. Si és necessari traduir-la (per exemple, en el cas d'un indicador de distàncies que proporcioni valors en peus, mentre que el treballador

opera en metres), s'haurà de transformar la xifra mitjançant una operació de càlcul mental. Les informacions verbals acostumen a ser més imprecises que les de contingut numèric (per exemple: una mica més, una mica menys, etc.).

En un model clàssic de nivells de processament, en funció de l'esforç requerit en cadascun, se'n proposen tres tipus:

- **Habilitats.** Es tracta fonamentalment de comportaments que podrien qualificar-se d'automàtics. Són acompliment d'accions rutinàries.
- **Normes.** Es basa en regles o procediments. L'aplicació de models previs del tipus si (estat) és igual a  $x$ , llavors (acció) que cal fer és  $i$ .
- **Coneixements.** Es basa en la competència, instruccions, etc. que té la persona. Són situacions noves per les quals s'han de generar i planificar actuacions.

El nivell d'esforç que necessiten els nivells anteriors és creixent, en el mateix ordre en el qual s'han descrit, tot i que l'experiència pot modificar o traslladar el nivell de processament d'un nivell superior a un d'inferior, que necessiti menys esforç, com en el cas que ja s'hagi experimentat una determinada situació i s'hi apliquin els procediments que ja han resultat útils i correctes anteriorment.

D'altra banda, diversos elements poden afectar aquest procés: el temps que disposi el treballador per a prendre la decisió, la inestabilitat de la informació –és a dir, quan aquesta es va modificant mentre el treballador n'efectua el processament–, etc.

Les persones prenen una única decisió simultàniament, encara que sembli que n'estan prenent diverses alhora. Es tracta d'un procés molt ràpid, però no tant com la modificació, contínua i moltes vegades simultània al procés decisor humà, de la informació sobre els canvis que es produeixen. Els nostres canals de processament tenen unes limitacions pel que fa a quantitat i velocitat. Si es plantegen massa decisions en un breu interval de temps, la precisió es veurà afectada. D'altra banda, el temps necessari per a decidir hauria d'estar equilibrat amb el nivell d'incertesa en la informació disponible.

#### Lectura recomanada

Us recomanem llegir l'NTP 575:

**M. I. de Arquer; C. Nogareda** (2000). «Carga mental de trabajo: indicadores». NTP 575. Madrid: INSHT.

### 3.2. La importància de les diferències individuals

Com ja s'ha esmentat anteriorment, les característiques individuals de cada persona poden influir en la càrrega mental que percep. Entre aquestes característiques destaquen les aptituds i habilitats, la confiança en les seves pròpies capacitats, l'estat general de salut, etc.

La càrrega mental depèn en gran part de l'estat emocional de la persona. Per tant, és imprescindible considerar el benestar emocional dels treballadors perquè aquests puguin dur a terme les seves tasques amb eficàcia i eficiència, especialment si aquestes tasques són complexes o revesteixen perillositat. Els problemes emocionals poden interferir en els processos atencional, perceptiu, memorístic i de processament d'informació.

Segons quina sigui la personalitat del treballador, les reaccions subjectives davant determinades condicions de càrrega seran diferents. Seguint, per exemple, el model de personalitat proposat per Eysenck, una de les dimensions del qual distingeix entre subjectes extravertits (amb menys activació cortical basal) i introvertits (amb més activació cortical basal), s'ha demostrat que les personalitats introvertides actuen amb estratègies més cauteloses abans d'emetre una resposta i tendeixen a aprendre mitjançant l'observació, mentre que les personalitats extravertides prefereixen processos d'aprenentatge del tipus assaig-error, emeten les seves respostes de manera més ràpida, sense meditar tant sobre les conseqüències, i acostumen a incórrer en errors de comissió més que d'omissió, que són més típics de les personalitats introvertides.

## 4. Avaluació

En aquest apartat, s'exposaran diferents instruments per a avaluar la càrrega mental de treball. Alguns inclouen la paraula *mètode* en la seva mateixa denominació, una cosa que s'ha respectat en aquest text encara que estrictament sigui incorrecte. S'haurien de denominar *instrument*, *qüestionari*, *test*, etc., segons el cas, reservant la paraula *mètode*, segons disposen els diccionaris oficials de les diferents llengües, per al procediment seguit en les ciències per a trobar la veritat i ensenyar-la.

Prèviament a l'avaluació de riscos, cal procedir a **identificar-los**, tal com indica el Reglament de serveis de prevenció (RD 39/97). No obstant això, en plantejar una avaluació inicial de riscos ergonòmics i psicosocials, hi apareix amb freqüència el problema de la falta d'unanimitat a l'hora d'enumerar quins riscos cal considerar.

### Exemple

Un exemple de l'evolució que està experimentant la consideració de la càrrega mental i dels riscos psicosocials, tant en un àmbit conceptual com en els instruments per a avaluar-los, s'observa, en el «Protocol d'actuació inspectora en factors psicosocials» (ITSS, 2006), que, per a identificar inicialment riscos de caràcter psicosocial, indica: càrrega mental, altres riscos de caràcter psicosocial que poguessin produir estrès, treball per torns i treball nocturn. Posteriorment, en la «Guia d'actuacions sobre riscos psicosocials» (ITSS, 2012) es descriuen els riscos psicosocials: l'estrès laboral, la violència en el treball i la fatiga derivada de l'ordenació del temps de treball.

D'altra banda, assenyalava que «el mètode d'avaluació de les condicions de treball en petites i mitjanes empreses de l'INSHT és una metodologia global d'avaluació de riscos, és a dir, que no contempla només aspectes relacionats amb l'àrea de la psicociologia, sinó que a més inclou aspectes relatius al risc, a la seguretat i a les condicions mediambientals». Sobre aquesta base, annexa qüestionaris, pautes d'entrevista, llistats de verificació, etc. relacionats amb altres àrees preventives; en concret, proposa un qüestionari sobre càrrega mental, un altre sobre treball per torns i un altre sobre factors de l'organització.

### 4.1. Tècniques d'avaluació de la càrrega mental

Les principals tècniques d'avaluació de la càrrega mental poden agrupar-se en els següents:

- mesures d'exigència
- avaluació subjectiva
- indicadors psicofisiològics
- indicadors de rendiment

#### Mesures d'exigència



S'inclouen en els denominats mètodes d'avaluació directa, que analitzen les tasques a partir de l'observació per part de personal tècnic especialitzat, seguint unes pautes estandarditzades. Entre els més tradicionals i àmpliament utilitzats, destaquen el mètode del Laboratori d'Economia i Sociologia del Treball (LEST) (Guélaud i altres, 1975), el mètode de perfils de llocs (RNUR, 1979), el mètode *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA) (FIOH, 1989) i la metodologia d'avaluació de les condicions de treball en PIMES (INSHT, 2004).

És important remarcar que aquests instruments no poden ser administrats indistintament a qualsevol tipologia de lloc de treball. En general, són aplicables a llocs del sector industrial, poc o gens qualificats, i a treballs en línia de muntatge. En qualsevol cas, no s'haurien d'aplicar als treballs en els quals l'ambient físic variï o a aquells llocs que no tinguin un cicle de treball ben determinat.

Una altra característica destacable és que no s'han dissenyat específicament per a avaluar la càrrega mental, és a dir, inclouen l'avaluació de moltes condicions de treball en un determinat lloc, però no totes. No obstant això, tots inclouen una àrea referent a la càrrega mental, amb diferents nivells d'aprofundiment.

Convé emfatitzar que aquest tipus d'instruments no mostrarà sensibilitat davant tasques amb demandes baixes o que no manifestin canvis en la seva execució. Per a seleccionar el millor instrument, és fonamental el coneixement que tingui el personal tècnic que durà a terme l'avaluació sobre els tipus de tasques per a avaluar, amb la finalitat d'evitar saturació (tots els resultats agrupats en l'extrem superior de l'escala) o nul·litat (resultats agrupats en els valors inferiors) de les dades que s'obtinguin.

En la taula 1, es resumeixen els factors relacionats amb la càrrega mental que contemplin els diferents instruments de mesurament d'exigència:

Taula 1. Factors de la càrrega mental identificats en els instruments de mesurament d'exigència

Mètode	Índex de càrrega mental	Criteris d'avaluació
LEST	Manca de temps	Forma de remuneració Temps d'entrada en ritme Treball en cadena o no Endarreriments per recuperar Pausas Possibilitat de detenir la màquina Possibilitat d'absentar-se
	Complexitat-rapidesa	Durada del cicle per nombre d'operacions Durada del cicle per nombre d'eleccions conscients

#### Lectura recomanada

Us recomanem llegir l'NTP 451:

**I. Dalmau; S. Nogareda** (1997). «Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales». NTP 451. Madrid: INSHT.

Mètode	Índexs de càrrega mental	Criteris d'avaluació
	Atenció	Nivell d'atenció Continuïtat de l'atenció Possibilitat de desviar la mirada Possibilitat de parlar Risc d'accidents Risc de deteriorament de producte o material
	Minuciositat	
RNUR	Operacions mentals	Densitat de les operacions Pressió del temps
	Nivell d'atenció	Durada de l'atenció Pressió del treball
ANACT	Lloc de treball	Rapidesa d'execució Nivell d'atenció
EWA	Presa de decisions	
	Atenció	
PIMES	Càrrega mental	

En concret, el **LEST** és l'instrument de referència per a avaluar la càrrega mental en llocs amb un cicle de treball definit, que duu a terme a partir de quatre indicadors:

- Exigències temporals. El tècnic ha d'avaluar les variables següents: forma de remuneració, temps per aconseguir el ritme, treball en línia o no, endarreriments per recuperar, pauses, possibilitat de detenir la màquina i d'absentar-se. Està determinat, en les tasques repetitives, pel seguiment del ritme imposat i, en les no repetitives, per la consecució d'un rendiment predeterminat.
- Complexitat-rapidesa. Memorització o nombre d'eleccions entre les quals es pot optar, en relació amb la velocitat de resposta (durada del cicle en funció del nombre d'operacions i d'eleccions conscients).
- Atenció. Concentració requerida i temps que ha de mantenir-se (nivell i continuïtat de l'atenció, possibilitat de desviar la vista, de parlar, risc d'accidents i deterioració del material o el producte).
- Minuciositat. Atenció focalitzada en tasques de precisió (nivell de percepció dels detalls i dimensió dels objectes).

### Avaluació subjectiva

Es tracta de la metodologia més emprada en l'avaluació de la càrrega mental.

En concret, el **mètode NASA-TLX** (National Aeronautics and Space Administration - Task Load Index), elaborat per Hart i Staveland, és un dels instruments més utilitzats en aquest tipus d'avaluació, també a Espanya. Pretén ser una escala sensible a les variacions intratasques i intertasques, relativament independent de les diferències interpersonals dels treballadors.

Suposa que la càrrega no deriva únicament de la tasca, sinó que és el resultat de la interacció entre els seus requisits, les condicions en les quals es porta a terme i les capacitats, les percepcions i els comportaments del treballador. Tot això es concreta en un qüestionari per a valorar la percepció subjectiva de la tasca en sis escales, la mitjana ponderada de les quals proporciona, a més, una mitjana de la càrrega mental de treball.

Les sis escales que planteja el NASA-TLX són les següents:

- **Exigències de la tasca:**
  - **Mental:** activitat mental i perceptiva que requereix la tasca (per exemple: decidir, calcular, buscar, etc.).
  - **Física:** activitat física que requereix la tasca (per exemple: prémer, empenyer, girar, etc.).
  - **Temporal:** nivell de pressió temporal percebuda. Raó entre el temps requerit i el disponible.
- **Interacció tasca-persona:**
  - **Esforç:** mental i físic que ha de fer el subjecte per a obtenir el seu nivell de rendiment.
  - **Rendiment:** nivell en el qual la persona se sent satisfeta amb el compliment dels objectius fixats.
  - **Frustració:** nivell en el qual la persona se sent insegura, estressada, descontenta, etc. durant la realització de la tasca. Percepció de pressió, descoratjament, inseguretat, etc. durant la realització del treball.

L'administració de l'instrument es duu a terme en dues fases, en primer lloc comparant les fonts de càrrega i posteriorment establint una valoració sobre aquestes.

Per la seva banda, el **mètode SWAT** (*Subjective Workload Assessment Technique*), elaborat per Reid i Nygren i que és coetani del mètode anterior, també se sustenta en una concepció multidimensional de la càrrega mental, amb tres factors, i obté respostes en situació de treball amb tres descriptors per a cadascun d'aquests factors. Administrar-lo necessita més temps que el NASA-TLX, i és

#### Lectura recomanada

Recomanem llegir l'NTP 544: M. I. de Arquer; C. Nogareda (2000). «Estimación de la carga mental de trabajo: el método NASA TLX». NTP 544. Madrid: INSHT.

poc sensible davant de situacions de càrrega mental baixa, però s'ha mostrat molt sensible en la identificació de les diferències individuals en l'estimació de la càrrega.

En el SWAT, cada dimensió s'avalua mitjançant una escala amb tres nivells d'intensitat:

- **Càrrega temporal:**

- Normalment, sobra temps. Les interrupcions o encavalcaments entre les activitats són molt infreqüents o mai no passen.
- Ocasionalment sobra temps. Les interrupcions o encavalcaments entre les activitats són freqüents.
- Mai o gairebé mai no sobra temps. Les interrupcions o encavalcaments entre les activitats són molt freqüents o es produeixen sempre.

- **Esforç:**

- Es requereix molt poc esforç o concentració mental conscient. L'activitat és gairebé automàtica i requereix molt poca atenció o cap.
- Es requereix un nivell moderat d'esforç o concentració mental conscient. La complexitat de l'activitat és moderadament alta a causa d'incertesa, imprevisió o falta de familiaritat. Es requereix un nivell d'atenció considerable.
- Es necessita un nivell alt d'esforç mental i de concentració. L'activitat és molt complexa i requereix atenció total.

- **Estrès:**

- Nivells molt baixos de confusió, risc, frustració o ansietat, que poden tolerar-se amb facilitat.
- Es produeixen nivells moderats d'estrès a causa de confusió, frustració o ansietat. Per a mantenir el nivell adequat de rendiment, és necessari fer un esforç significatiu.
- Es produeixen nivells molt intensos d'estrès a causa de confusió, frustració o ansietat. Es requereix un grau d'autocontrol extrem.

L'administració de l'instrument també es duu a terme en dues fases. En la primera, es combinen els tres nivells de cadascuna de les tres dimensions i s'obtenen 27 descripcions possibles ( $3 \times 3 \times 3$ ). El treballador ha d'ordenar-les en funció del nivell de càrrega percebuda per a cadascuna d'elles. La segona fase de l'instrument es duu a terme després de fer la tasca, avaluant el treballador cadascuna de les tres subescales.

## Indicadors psicofisiològics

La càrrega mental també pot avaluar-se mitjançant els seus efectes sobre nivells d'activació fisiològica com el ritme cardíac, l'activitat electrodermica i la de l'escorça cerebral (electroencefalografia i potencials evocats, ressonància magnètica), etc. L'ús d'aquestes tecnologies s'ha generalitzat en els últims anys gràcies a la disponibilitat d'aparells cada vegada menys intrusius per al treballador que cal avaluar. Així i tot, segueix sense solucionar-se la problemàtica del seu baix poder diagnòstic en entorns reals en els quals, encara que es puguin identificar diferents nivells de càrrega, és difícil identificar quins factors concrets els generen.

## Indicadors de rendiment

Aquest tipus de procediments o instruments se situen habitualment en els àmbits de la recerca, el disseny o el redisseny de tasques complexes. El seu objectiu bàsic és determinar si hi ha recursos o capacitats disponibles per a processar més informació que la proporcionada per la tasca, i elaborar i emetre noves respostes en el cas que la que habitualment apareix s'incrementi, amb el consegüent risc que passi desatesa, al principi, o que la presa de decisions estigui al límit de saturació i no s'utilitzin totes les possibilitats, en l'altre extrem del procés. Per a això, el procediment més habitual és dur a terme una doble tasca afegint subtasques secundàries que no interfereixin en la principal, com el *tapping*, el càlcul mental, etc., i valorant de manera contínua l'existència de recursos lliures per a usar en el treballador.

A més d'avaluar els recursos aplicats a la tasca principal, els procediments d'administració de tasques secundàries tenen un elevat poder diagnòstic, ja que permeten analitzar les interferències que puguin sorgir i els seus efectes sobre la persona. No obstant això, només solen aplicar-se en fases de disseny, redisseny o entrenament en llocs de control o manipulació complexa. En les avaluacions de riscos laborals prescrites per la legislació, són pràcticament inviables a causa de l'elevada probabilitat de cometre errors que puguin tenir conseqüències negatives per a la salut de la persona i/o el material emprat.

### 4.2. Selecció de tècniques d'avaluació

Per a aconseguir una avaluació completa de la càrrega mental present en una tasca, es recomana utilitzar conjuntament diverses de les tècniques descrites en l'apartat anterior, triant-les prenent com a base els objectius concrets de cada avaluació. És important la formació dels experts que la duguin a terme (per exemple, la formació bàsica en psicometria és fonamental si es mesuraran variables subjectives) i, evidentment, les propietats intrínseques de cada instrument.

En el procés d'avaluació, és fonamental disposar de la participació activa dels treballadors que desenvolupen les tasques i de tots els que puguin estar relacionats amb el lloc que cal avaluar (superiors, subalterns, companys, personal atès, etc.). Considerant la demostrada fluctuació temporal en les capacitats manifestades per les persones (per la seva edat, fatiga, ritmes biològics, condicions sociofamiliars externes, etc.), és recomanable repetir l'avaluació en períodes relativament diferents al llarg del temps.

En la selecció dels instruments concrets per a avaluar la càrrega mental, cal considerar una sèrie de criteris que estan descrits en la norma ISO 10.075-3:

- **Objectivitat:** grau en el qual els resultats obtinguts amb un instrument són independents de qui l'aplica.
- **Sensibilitat:** capacitat per a detectar canvis en la dificultat, demandes i/o percepció subjectiva de la tasca.
- **Diagnòstic:** grau amb el qual l'instrument diferencia entre diversos tipus de fonts de càrrega. També és útil la indicació d'aplicar mesures correctores.
- **Valores crítics:** s'utilitzaran com a referència per a determinar diferents nivells de càrrega.
- **Intrusivitat:** grau d'interferència en el desenvolupament de la tasca.
- **Validesa:** nivell amb el qual mesura específicament la càrrega mental. Hi ha diferents tipus de validesa (concurrent, constructe, factorial, ecològica, etc.).
- **Fiabilitat:** precisió amb la qual mesura l'instrument. Estabilitat i replicabilitat al llarg del temps.
- **Acceptació:** per part dels treballadors que duen a terme les tasques per avaluar.
- **Facilitat d'utilització:** són preferibles els instruments que necessitin menys maquinari i programari, nivell d'entrenament del tècnic, temps d'administració, etc.

#### Lectura recomanada

«Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 3: Principios y requisitos referentes a los métodos para la medida y evaluación de la carga de trabajo mental» (UNE-EN ISO 10075-3: 2004). Madrid: AE-NOR.

## 5. Intervenció

En aquest cas, el principal objectiu de la intervenció serà la prevenció de la fatiga mental, és a dir, de l'excés o defecte de càrrega mental en el lloc de treball, i s'haurà de dur a terme mitjançant el redisseny del lloc de treball o d'algun dels seus condicionants externs, considerant tant els aspectes físics (espais i elements de treball) com els organitzatius (temporals, comunicatius, etc.) i psicosocials (informatius, motivacionals, etc.). L'objectiu és ajustar el sistema de treball a qui l'utilitza.

L'ISO 10-075-2 explicita que els experts en ergonomia i en recursos humans han d'integrar-se en el procés de disseny des de les seves fases inicials per a prevenir possibles, i costosos, processos de redisseny a posteriori. La participació dels usuaris, si ja n'hi ha, és un altre element fonamental en la prevenció de la càrrega mental. Com a element clau, destaca l'optimització dels continguts informatius i la seva transmissió al treballador, juntament amb els elements de resposta que aquest tingui.

Entre els aspectes més importants que poden afectar la intensitat de la càrrega mental de treball, segons la segona part de l'ISO 10.075, destaquen els següents:

- **L'objectiu de la tasca** ha d'estar clarament definit i ser conegut per les persones que han de dur-lo a terme (aquest aspecte no exclou l'existència de manuals i la descripció de procediments, sinó que els amplia). Els terminis (raonables i consensuats entre les parts), les competències i responsabilitats, l'autonomia, etc. s'inclouen en aquesta definició. Amb això es prevé la possibilitat d'incórrer en accions inadequades i cometre errors, i es minimitza la pressió generada per la impressió d'haver d'aconseguir objectius inadequadament definits.
- La **informació proporcionada** ha de ser: clara i suficient (en funció de les capacitats de les persones); la necessària i en el temps adequat, de manera que s'aconsegueix economitzar l'esforç destinat al treball. Convé evitar les ambigüitats i les recodificacions innecessàries, i presentar únicament les redundàncies informatives necessàries. Si la informació es presenta codificada, és convenient consultar l'UNE 61319-1 (1995), que defineix aquests procediments per a comandaments i senyals, entre d'altres.
- Atesa la predisposició de l'ésser humà a processar la informació en sèrie (consecutivament) i no en paral·lel (simultàniament), és important que la persona **conegui el model (imatge) mental**, especialment en tasques

### Lectura recomanada

Amb l'objectiu d'optimitzar, no minimitzar, l'estrès mental, es recomana la lectura següent:

«Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño» (UNE-EN ISO 10075-2: 2004). Madrid: AENOR.

de control (monitoratge) de maquinària que duu a terme tasques que supleixen la manipulació clàssica sobre els materials objecte del treball. Amb això, maximitzarem la detecció i el control d'incidències.

- En tasques que precisen **presa de decisions** sobre el compliment d'unes determinades condicions, és millor proposar els termes d'elecció **en forma relativa** en lloc de forma absoluta. En les situacions relatives, la persona disposa d'un model de referència, físicament present, amb el qual ha de comparar. En les absolutes, s'ha de mantenir el patró en la memòria, que en aquesta configuració se sobrecarrega. En altres paraules, és preferible reconèixer que recordar. La implementació de (bons) sistemes d'ajuda, tant tècnica com humana, facilitarà aquest aspecte.
- Quant a les **accions** que cal executar, a part de l'adequació dels seus aspectes físics (abast, força, moviment, etc.), el mateix control del ritme de treball, la varietat de tasques, els canvis en focus d'atenció, etc. ajuden a mantenir un nivell òptim d'activació mental. La retroinformació immediata ajudarà a corregir possibles equivocacions. Un bon disseny del lloc pel que fa a tolerància davant els errors, amb possibilitat de recuperació, ajudarà en aquest aspecte.
- La **durada** de la jornada, la distribució del temps de treball, els intervals entre jornades, el treball per torns, les pauses i els descansos, etc. són altres aspectes que aborda aquesta norma.

### Exemple

A tall d'exemple, en un llistat incomplet es poden especificar una sèrie d'accions que afecten l'organització del treball:

- Optimitzar la informació presentada, tant en els seus aspectes quantitius com a qualitius (complexitat), que permeti que el treballador pugui ajustar la ràtio atenció/temps. La redundància d'informació pot ajudar a prendre decisions tot i que, si és excessiva, pot distreure.
- Facilitar l'autoregulació dels ritmes de treball.
- Actualitzar instruments i equips de treball. Proporcionar manuals d'ajuda, llistats de verificació, etc. que segueixin els principis de claredat, senzillesa i utilitat.
- Establir un sistema ràpid de retroalimentació de les conseqüències de les decisions.
- Dissenyar programes de formació per millorar les capacitats i estratègies de treball.
- Aconseguir un nivell òptim de confort ambiental (visual, acústic, tèrmic, qualitat de l'aire, mobiliari, eines, etc.) que no interfereixi amb el processament d'informació.
- Establir un nivell òptim d'horaris, pauses i descansos, per possibilitar la recuperació de l'esforç. Evitar llargs períodes d'atenció sostinguda.
- Enriquir les tasques, sobretot en processos simples i repetitius.
- Ajustar les responsabilitats i conseqüències que les decisions tenen per al treballador.
- Evitar l'ambigüitat de rol, és a dir, definir clarament les tasques i els llocs de treball.
- Quan no es puguin reduir més els factors generadors de càrrega mental, en últim terme, possibilitar la rotació de llocs de treball.

### Lectura recomanada

Us recomanem llegir l'NTP 659:

**M. I. de Arquer (2004).** «Carga mental de trabajo: diseño de tareas». NTP 659. Madrid: INSHT.



- Etc.

## 6. Cas particular: sentència del Tribunal Suprem

A continuació, reproduïm parcialment dues sentències de l'Audiència de Madrid que aborden diversos aspectes que s'han tractat en els apartats anteriors, molt especialment pel que fa a les conseqüències de la càrrega mental quant a lapsus o omissions i equivocacions, davant d'una forta pressió social. Independentment de la decisió del tribunal, animem els lectors a valorar la complexitat tècnica de la situació, la política i presa de decisions des dels estaments més alts fins al personal que treballa directament amb els elements instrumentals, en una situació de pressió temporal, i les valoracions sobre la imputació d'aquests errors i la seva causalitat, que es reflecteixen en la sentència. Encara que una mica llarga, se'n recomanem la lectura i, si es creu necessari, l'ampliació amb les notícies que estan a les hemeroteques digitals, per a valorar la visió jurídica del tema en general en un cas les conseqüències del qual van ser moltes morts entre treballadors i personal atès.

Audiència Provincial de Madrid (Secció 15a). Interlocutòria 616/2012 de 19-9

ARP\2012\968

AP de Madrid (Secció 15a). Acte 617/2012 de 19-9

JUR\2012\359747

Jurisdicció: penal

Recurs d'apel·lació 155/2012

**L'Audiència desestima els recursos d'apel·lació interposats contra la interlocutòria dictada pel Jutjat d'Instrucció X de Madrid.**

Fets

El dia X-X-2008, a les X hores, els tripulants de l'aeronau I, amb matrícula Z, propietat de la companyia S, que anava a emprendre el vol N des de l'aeroport de B fins a L, van obtenir l'autorització de la torre de control per a l'enlairament, si bé, **abans d'iniciar la maniobra, van advertir que la calefacció de la sonda RAT (*ram air temperature*), que només havia d'activar-se en vol, escalfava en terra.**

El comandant va trucar per telèfon al Departament de Seguiment i Control de S, on se li va aconsellar que extragués diverses vegades el disjuntor CB (*circuit breaker*) Z29, i el comandant va replicar que ja ho havia fet, per la qual cosa li van recomanar que sol·licités assistència tècnica de Manteniment a B.

Paral·lelament, l'agent d'assistència tècnica de S va obtenir **autorització de la companyia per a substituir l'avió** per un altre que estava disponible, si bé la tripulació va optar per esperar el resultat de la intervenció del servei de Manteniment.

El cap de torn del Departament de Manteniment de S, l'imputat DT, va encarregar al també imputat O, tècnic de manteniment, que acudís juntament amb un altre tècnic a l'avió per atendre l'avaría.

Ja a l'avió, O va comprovar que la calefacció de la sonda escalfava en terra, **avaría insòlita per a ell**, per la qual cosa va cridar DT, per a qui també era desconegut el problema. DT va proposar a O que apliqués gel sec a la calefacció per refredar-la. Tots dos van estar d'acord **a extreure el disjuntor CB Z29 i despatxar l'avió conforme a la llista d'equipament mínim** anomenada MEL (*minimum equipment list*), document que va consultar O. O **no va consultar, ni DT el va instar perquè ho fes, el llibre**

**d'incidències tècniques** anomenat ATLB (*Aircraft Technical Log Book*), **on constava que el dia anterior l'aeronau havia sofert dues avaries anàlogues.**

Després de l'extracció del disjuntor CB Z29 per part del servei de manteniment, el comandant va sol·licitar **nova autorització** per a l'enlairament, que va ser **concedida** per la torre de control.

Es va iniciar la maniobra sense que els pilots accionessin la palanca de control de **flaps i slats**, per col·locar-los en posició d'enlairament, i després d'un repàs de **manera descurada i maldestra de les tres llistes de comprovació** que contenien diversos apartats essencials per a l'enlairament, entre els quals la correcta configuració de **flaps i slats**. A aquesta actuació va poder contribuir la **presència, consentida pels tripulants, d'una tercera persona a la cabina, que va poder distreure'ls.**

A) Ha quedat **constatat**, segons les conclusions del dictamen de l'Òrgan Pericial Col·legiat (OPC), que els tripulants havien de configurar adequadament per a l'enlairament els **flaps i slats** de l'avió (alerons i estabilitzadors), els **flaps** a la posició d'11° i els **slats** en MIDDLE, accionant la palanca corresponent, cosa que **no van efectuar.**

B) **Tampoc no van executar tres llistes de comprovació (checklists)** amb diversos ítems (punts essencials dels **flaps i slats**), d'acord amb l'adequada adherència als procediments operatius estàndards, amb la qual cosa **van perdre l'oportunitat de detectar l'error** de configuració en el qual havien incidit.

C) No obstant això, el TOWS (*take off warning system*) –**sistema d'alarma sonora que havia d'advertir la tripulació, quan es va iniciar el moviment de l'avió, de la configuració indeguda dels flaps i slats**– no es va activar, per la qual cosa els tripulants van continuar la maniobra d'envol de l'avió, que va perdre sustentació immediatament a causa de l'esmentada configuració incorrecta.

Activada l'alarma sonora de pèrdua de sustentació, **ignorants aquells de la causa d'aquesta** –perquè no havia funcionat el TOWS–, **van reduir l'embranchida dels motors i després van tornar a incrementar-la.** L'avió va efectuar una sèrie de guerxaments i va caure a terra, impactant en diverses ocasions contra el terreny, fins a detenir-se a una zona abrupta, dins de l'aeroport, i es va produir la seva explosió i incendi, amb la **defunció de 154 ocupants, entre ells el pilot i el copilot, i lesions en uns altres 18.**

**No s'han pogut determinar les causes de les avaries de la calefacció de la sonda RAT i del TOWS.**

En els raonaments jurídics de l'acte apel·lat, trobem els arguments següents aplicables a O i a DT:

El TOWS i la calefacció de la sonda RAT són funcions alimentades per un mateix relé (R2-5), que alimenta altres dues funcions **que s'ignora si van fallar.**

El relé R2-5 va ser oposat i analitzat per l'INTA (Institut Nacional de Tècnica Aeroespacial). En aquesta anàlisi, es va determinar que **funcionava correctament. No obstant això, es va apreciar** un dipòsit en els contactes C2 i C3, del qual els perits infereixen que van romandre soldats durant algun temps. Segons l'òrgan pericial col·legiat designat pel Jutjat d'Instrucció (OPC) i la CIAIAC (Comissió de Recerca d'Accidents i Incidents d'Aviació Civil), **no pot determinar-se si el relé va fallar en la data del sinistre.** Altres perits de part (Associació d'Afectats del Vol X i SEPLA) **consideren que va fallar i que la fallada va afectar la calefacció de la sonda RAT i el TOWS.** Els perits de S **estimen que va fallar, però sense afectar el TOWS.**

L'instructor assumeix la postura coincident de l'OPC i de la CIAIAC quant a la **falta de constància d'una fallada** del relé R2-5, i de les **causes de les fallades** de la sonda RAT i del TOWS.

Pel que fa a l'actuació dels tècnics de manteniment, d'acord amb l'OPC, l'instructor considera que **la seva actuació va ser defectuosa** en despatxar l'avió sense haver identificat prèviament l'avaría que va causar la fallada de la calefacció de la sonda RAT, ja que **es van limitar a extreure el CB Z29 per permetre que l'avió fos despatxat** conforme a la MEL.

A més, en fer aquesta extracció del CB Z29 **van desactivar (sense ser conscients d'això, ja que el CB estava retolat malament) el sistema d'embranchida automàtica**

de l'aeronau, si bé això no va incrementar el risc, ja que la **tripulació va configurar manualment** la potència dels motors.

L'OPC estima que l'aplicació de la MEL **no obliga a identificar la causa** arrel o causa última de la fallada de qualsevol funció, però sosté, assenyala el jutge d'instrucció, que **cada fallada ha d'analitzar-se** fins a descobrir quin és realment el sistema avariats (cosa que **resulta obligada conforme als manuals de manteniment** de l'aeronau, de l'operador i de navegabilitat continuada), i no s'ha de limitar l'actuació a constatar un mer símptoma o reflex de l'avaría. Segons l'OPC, **en aquest cas aquella anàlisi no es va fer**.

En 71 dels **103 precedents d'avaría similar**, la solució va ser substituir el relé R2-5 i **només en 2 s'havia despatxat l'avió** conformement a la MEL.

Seguint el criteri de l'OPC, l'instructor assenyala que els **tècnics de manteniment no haurien d'haver despatxat l'avió** per tres raons:

- 1) **No estava prou identificada l'avaría** que va provocar l'escalfament de la sonda RAT en terra.
- 2) **No es va intentar la seva reparació**.
- 3) **El dispositiu no estava inoperatiu**, condició reglada per al despatx.

**Si l'avió no s'hagués despatxat, conclou l'instructor, no s'hauria produït l'accident**, encara que hi ha el dubte de si, en cas de no despatxar-se, s'hauria localitzat l'avaría del TOWS, ja que **es tractava d'una fallada oculta**.

Per a l'autor de la resolució impugnada, és raonable pensar que, ja que la calefacció i el TOWS estan alimentats pel relé R2-5, una **revisió de les altres funcions associades al relé hauria pogut determinar que el TOWS no funcionava o, en la pitjor de les hipòtesis, si aquesta última avaría hagués romàs oculta, podria haver contribuït a causar un altre accident, però no el produït aquí**.

L'instructor estima que, si l'avió no s'hagués despatxat **de manera indeguda, no s'hauria produït l'accident**, amb independència que les avaries de la RAT i del TOWS estiguessin relacionades o no i amb independència que aquesta segona avaría fos detectable o no.

Per al Jutjat d'Instrucció, l'avaría del TOWS o les **accions negligents dels tripulants**, causes concurrents posteriors a la conducta dels imputats, no interfereixen en la imputació objectiva d'aquests, conforme a l'STS del 26-11-08, perquè es troben en el **mateix àmbit del risc creat o augmentat per la conducta dels imputats**.

El despatx indegut de l'avió, amb una anàlisi incompleta de l'avaría, va tallar, diu l'acte impugnat, tota possibilitat de localitzar l'avaría del TOWS, fins i tot en l'hipotètic cas (no constatat) que ambdues avaries no estiguessin relacionades.

El despatx indegut només podria desvincular-se del resultat final si constés que les altres causes concurrents en l'accident no tenien a veure amb el despatx.

Els tècnics de manteniment **no van poder preveure** que els tripulants configurarien indegudament l'avió per a l'enlairament, però la imputació es funda en **la falta de previsió** en relació amb l'avaría mal atesa i les seves **possibles conseqüències**.

Podria concloure's, assenyala l'instructor, que l'accident va ser provocat per la **concurrència d'una sèrie de causes**, entre les quals destaca la actuació negligent dels tripulants, concretada en una cadena d'almenys **quatre actuacions imprudents**: l'omissió de configurar l'enlairament i la triple ommissió de comprovació d'aquesta configuració, negligència manifesta que pot considerar-se com a causa principal. A aquesta causa, poden afegir-se com a concurrents la fallada del TOWS i la del personal de manteniment, en despatxar indegudament l'avió avariats.

La representació processal de S impugna la decisió de continuar el procediment contra O i DT pels motius que s'expressen a continuació.

La recurrent no comparteix el criteri del jutge d'instrucció, basat en el d'algun dels membres de l'OPC, segons el qual l'avió accidentat no va haver de despatxar-se i que, per tant, l'actuació dels tècnics de manteniment constitueix una de les causes concurrents de l'accident a causa d'aquest despatx inadequat.

En efecte, els membres de l'OPC consideren en el seu informe final, com una de les causes de l'accident, el fet que **Manteniment no arribés a identificar la causa de l'avaría** de la calefacció de la sonda RAT i despatxés l'avió acollint-se al punt 30.8 de la MEL.

La recurrent estima que aquesta conclusió no està d'acord amb la **pràctica habitual del sector**. Considera destacable el fet que en la ratificació de l'informe els perits sostinguessin el criteri abans assenyalat i, posteriorment, en l'informe del 7-11-11, diguessin que si Manteniment no pot escometre la reparació d'una avaría amb **els temps de l'escala o els mitjans disponibles** en aquesta, podrà diferir-la sempre que es correspongui fidelment amb un ítem de la MEL i es compleixi amb allò que s'hi estableix en relació amb les accions de manteniment i operació, i afegeix que, a aquests efectes, haurà d'arribar-se a conèixer la causa de la fallada o anormalitat en la mesura i fins al punt que sigui necessari per a poder identificar amb certesa si algun ítem de la MEL es correspon exactament amb aquesta fallada o anormalitat. Aquesta opinió de l'OPC coincideix, segons la recurrent, amb els perits de la recurrent, els de les persones físiques imputades, les conclusions de la CIAIAC, l'opinió d'EASA, AESA i el testimoni B, director general de Manteniment i Enginyeria d'I.

El **canvi d'un informe a l'altre** ha determinat, afirma la recurrent, que el Jutjat d'Instrucció hagi acordat el sobreseïment respecte de determinats directius de S inicialment imputats per **una possible contribució, mitjançant el subministrament d'informació adequada als tècnics, a l'adopció de procediments inadequats** per a afrontar les avaries.

Dins de l'OPC hi ha **dubtes i discrepàncies** quant a la conclusió que quan l'escalfador de la RAT escalfa en terra està funcionant i, per tant, operatiu, i que aquesta anormalitat no és la que recull l'ítem 30.8 de la MEL.

Hi ha determinats judicis de valor dels membres de l'OPC que no troben suport en el material fàctic incorporat a la causa, com l'afirmació que la retirada del disjuntor CB Z29 la va fer O per aplicar la MEL, però això **no es correspon ni amb la declaració del tècnic ni amb la transcripció del registrador de veus de cabina**.

El mateix instructor s'aparta motivadament del criteri de l'OPC quan decideix no imputar determinats directius de la companyia BO, malgrat que l'òrgan pericial esmenta tres causes contributives del resultat, que **apunten al fabricant de l'avió** (modes de fallada del TOWS incompatibles amb la seva transcendència, documentació de manteniment que **indueix a error i absència de mesures correctores malgrat l'historial d'accidents**).

La CIAIAC admet, com a interpretació vàlida de la MEL, la consideració de la calefacció de la sonda RAT com a inoperativa quan aquesta va actuar en terra.

La recerca de l'avaría subjacent, causa última o causa arrel de l'anomalia de funcionament de la sonda RAT, només hauria estat necessària en el cas que no fos aplicable la MEL. Aquest estudi no hauria permès resoldre el problema del TOWS, ja que el relé R2-5, que tots dos sistemes comparteixen, s'ha demostrat, després de les anàlisis de l'INTA, que funcionava perfectament.

L'actuació **dels tècnics de manteniment és**, en conseqüència, **correcta**, ajustada als procediments de l'operador i a les pràctiques del sector. La retirada del disjuntor CB Z29 no es va efectuar per encaixar l'anormalitat en la MEL, sinó per confirmar i identificar la fallada i per aïllar un circuit elèctric que funcionava malament, evitant possibles danys a la sonda RAT, a l'estructura de l'avió o a les persones que haguessin de treballar en les proximitats de la sonda.

L'anormalitat de la RAT no guarda relació amb la fallada del TOWS, segons les conclusions de l'OPC i la CIAIAC, per la qual cosa la recurrent no comparteix el que es va afirmar en l'acte impugnat, en el sentit que no pot afirmar-se o excloure's la relació de la causa del segon amb l'avaría de la primera.

Les **conductes imprudents omissives** atribuïdes a H, R, JM i I han estat posades en relació amb la **conducta imprudent desplegada pels tècnics de manteniment** imputats, per la qual cosa no hi ha dubte, com hem declarat en la interlocutòria dictada per aquesta Sala en aquesta mateixa data, que **no és típica la conducta d'aquests perquè no hi ha vincle d'imputació objectiva d'aquesta amb el risc que es va materialitzar en el resultat**. Tampoc no pot ser típica la de les persones referides, directius del servei de manteniment de S i el responsable del sistema de qualitat d'aquesta companyia aèria, la imputació de la qual es construeix basant-se en l'incompliment **per la seva banda dels deures inherents a l'exercici de les seves competències i de les seves funcions**, en relació amb l'avaría en la qual van intervenir els tècnics

de manteniment en la calefacció de la sonda del RAT (no en l'avaria que va ser concausa de l'accident, la del no funcionament del TOWS). I si bé ambdues avaries són funcions alimentades per un mateix relé, com hem raonat, no hi ha indicis que la substitució d'aquest relé (R2-5) –manera habitual de resoldre l'avaria de la calefacció de la sonda que se'ls va plantejar– hauria evitat el no funcionament posterior del TOWS, sense que tampoc no hi hagués indicis racionals que l'omissió de la recerca de la causa de l'escalfament indegut de la sonda hauria evitat, probablement gairebé amb certesa (STS 19-1-10), la fallada d'aquest sistema d'alarma TOWS.

A això escau afegir que, amb independència que *ex post* s'hagi sabut –segons l'informe del fabricant, BO– que l'avaria relativa a la sonda RAT és una **incidència que en un període comprès entre l'any 2000 i finals del 2008 es va donar 103 vegades**, en el present cas no hi ha dubte que es tractava d'una avaria que, tal com valora l'instructor, era **extremadament rara**. De manera que aquesta avaria va ser atesa pel tècnic de manteniment amb l'**aquiescència del cap al qual va consultar** sobre aquest tema – amb **llibertat de criteri**, sense condicionaments previs, i fins i tot amb un **cert nivell d'improvisació**–, sense que, per tant, pugui prosperar que tinguin cap responsabilitat en aquest tractament concret els directius de S, ni el responsable del sistema de qualitat, ni les persones de les quals depenia el monitoratge de les avaries, per haver facilitat amb la seva **actuació negligent** el fet que aquells donessin una **resposta incorrecta** a la solució de l'avaria, i **no haver-los comunicat el procediment que calia seguir** davant l'avaria de la calefacció de la sonda RAT. Tots els membres del personal de manteniment que han prestat declaració reiteren la raresa de l'avaria. Els imputats, el tècnic de manteniment certificador S i el cap de torn d'aquest departament van manifestar que era la **primera vegada en les seves carreres professionals** que la tenien. El **caràcter estrany de l'avaria** va ser el que va portar al fet que S truqués per ràdio al seu cap de torn per demanar-li consell encara que **no hi estava obligat**. També el comandant de l'avió havia trucat directament per telèfon a P a l'MCC (Departament de Seguiment i Control) per comunicar l'avaria, encara que el **procediment habitual no era aquest** sinó el de posar-se en contacte amb el servei de manteniment de l'aeroport on es trobés l'avió.

Els recurrents al·leguen que el gerent de S responsable del sistema de qualitat, I, va **haver de detectar l'avaria** de la calefacció de la sonda RAT, atesa la seva **repetició**, i **procurar i comunicar al seu personal el procediment que cal seguir** en tals casos, sostenint que un correcte monitoratge de les esmentades avaries d'un aparell, sumat a una comprovació mínima d'aquestes, és un **factor determinant en la causa de l'accident**, puix que **va poder ser evitat**. L'associació d'afectats per l'accident va al·legar específicament que l'OPC va considerar que l'avaria era repetitiva des del moment en què es produeix per segona vegada, i que la no detecció d'aquesta avaria repetitiva va impedir que pogués ser tractada conforme a la seva classificació real i que s'adoptessin les accions correctores oportunes.

**Procedeixen conductes imprudents omissives** atribuïdes a aquests, que han estat posades en tot cas en relació amb la **conducta imprudent** desplegada pels tècnics de manteniment imputats, de manera que, encara que havent declarat nosaltres en la interlocutòria abans esmentada que sigui apreciable imprudència, no és típica la conducta d'aquests, ja que no hi ha vincle d'imputació objectiva, amb el risc que es va materialitzar en el resultat. Tampoc no pot ser típica la de les persones referides, les conductes omissives de les quals es construeixen –igual que la dels directius del servei de manteniment de S– basant-se en l'incompliment per la seva banda dels deures inherents a l'exercici de les seves competències i de les seves funcions, en relació amb l'avaria en la qual els tècnics de manteniment van intervenir en la calefacció de la sonda del RAT (no en l'avaria que va ser concausa de l'accident, la del no funcionament del TOWS).

L'actuació de manteniment **no és causa del resultat produït encara que es considerés en tot o en part incorrecta**. La CIAIAC no esmenta aquesta actuació entre les causes de l'accident. Diversos dels membres de l'OPC, malgrat les conclusions assolides en l'informe final, van tenir ocasió de manifestar de manera particularment clara en l'acte de la ratificació que l'actuació de manteniment no era causa de l'accident.

No hi ha causalitat rellevant entre l'acció de manteniment i el resultat produït. L'acció de manteniment **no genera un risc o perill no permès**. El resultat no suposa la concreció del risc o perill hipotèticament creat per manteniment.

Manteniment **no va disposar de cap senyal o indicatiu de fallada** del TOWS. A més, **va actuar en la confiança que la tripulació, altament preparada i qualificada, es mantindria dins dels límits del risc permès** i hi va haver circumstàncies posteriors a l'actuació de manteniment, perfectament estranyes, alienes i imprevisibles per al personal, que impedeixen la **imputació objectiva** del resultat.

Els motius que oposa la representació processal d'O i DT a la imputació d'aquests com a presumptes autors de 154 delictes d'homicidi i 18 delictes de lesions per imprudència greu són els següents:

Els fets són **atípics** perquè el comportament que se'ls atribueix no constitueix el risc generador del resultat, ja que aquest és la concreció d'una altra **conducta imprudent posterior**, que va produir un risc nou: l'errònia configuració per part dels pilots de la nau per a l'enlairament.

La resolució impugnada atribueix a O una actuació imprudent consistent a haver proposat el despatx de l'avió d'acord amb la llista d'equipament mínim (MEL) del transportista, sense efectuar un estudi en profunditat de l'avaria plantejada (l'escalfament indegut de la sonda RAT, amb l'avió en terra), que potser hauria permès descobrir altres avaries ocultes (concretament la del sistema TOWS, respecte a la qual, **paradoxalment**, segons l'apel·lant, la mateixa resolució impugnada sosté que es desconeix si existia en intervenir el tècnic de manteniment).

Enfront d'allò afirmat en l'acte impugnat, en el sentit que la fallada de l'escalfador de la sonda RAT era símptoma de la fallada del relé R-25, compartit pel sistema TOWS i per l'esmentat escalfador, que el recurrent va desconnectar mitjançant l'obertura del disjuntor Z29, s'assenyala en l'escrit de recurs que el relé R-25 va ser localitzat després de l'accident i analitzat tant per la CIAIAC com per l'INTA, que van determinar que es trobava en perfecte estat en els contactes que afectaven el sistema TOWS, per la qual cosa la fallada d'aquest no es va poder deure a un mal funcionament del relé, així que el mateix acte conclou que **no s'han pogut determinar les causes de les avaries** de l'escalfador de la sonda RAT i del TOWS. A part d'això, diu l'apel·lant, l'única constància de la fallada del TOWS és la de l'enlairament de l'accident.

No hi té a veure, per tant, el fet que l'enlairament es produís amb el sistema de calefacció de la sonda RAT desconnectat, ja que la desconnexió, efectuada per l'acusat en obrir el disjuntor CB Z29, és una **operació absolutament segura segons la MEL**.

Els fets constitueixen un **курс causal complex** que ha de resoldre's conforme a la **teoria de la imputació objectiva**, la qual cosa determina la seva atipicitat, per l'aplicació del principi de prohibició de retorn.

L'actuació del personal de manteniment està **dins dels límits del risc permès, encara que es considerés que es van produir errors** o que l'avaria no va ser correctament atesa, ja que la posició de garant dels tècnics no s'estenia a les actuacions relacionades amb el vol sinistrat i **no els havia estat comunicada** la possible fallada del sistema TOWS.

L'extracció del disjuntor CB Z29 no es va fer per deixar el sistema inoperatiu a **fi de forçar el despatx de l'avió**, sinó per fer descendir la temperatura de l'escalfador de la sonda RAT, i aplicar a continuació gel sec per accelerar el descens de la temperatura, després de la qual cosa, a requeriment de la tripulació, es va consultar la MEL que hi havia a la cabina per veure si l'avió era **susceptible de despatx**, fet que es desprèn de la transcripció del *cockpit voice recorder*.

L'actuació d'O està emparada pel **principi de confiança** que exclou la imputació objectiva, ja que el mateix acte impugnat diu que els tècnics de manteniment **no van poder preveure** que els tripulants no configurarien adequadament l'avió per a l'enlairament.

Respecte al pilot, el copilot i la tercera persona de la cabina, els recurrents no han de respondre per aplicació de la denominada **autoposada en perill**.

Altres teories s'oposen a la imputació dels recurrents: El criteri que a l'autor primari cal imputar-li objectivament el resultat final si la conducta antijurídica del secundari ha consistit en una **omissió**, però ha d'excloure's si aquest autor secundari ha fet una **acció**. També el criteri de la **imprudència greu del segon** intervinent, que **impedeix la imputació** del resultat al **causant primari**. La teoria de la continuïtat, que requereix que el risc creat per l'autor primari es concretés en el resultat malgrat la intervenció correcta o incorrecta del secundari. La teoria del perill prototip, conforme a la qual només es podrà imputar al causant primari quan el resultat implica la realització del perill col·locat per ell, sense que sigui suficient un perill o risc general per a la vida. La teoria eclèctica, d'acord amb la qual si la víctima no mor per la ferida que se li ha infligit, sinó per un perill afegit per un error mèdic, aquest ha desplaçat o substituït el perill originari per un altre, que només es troba en l'àmbit de la responsabilitat del metge. Quant als pilots, el seu comportament imprudent, ja que no van

comprovar les llistes abans de l'enlairament, sent conscients de la transcendència de la seva funció, **exclou la imputació objectiva del personal de manteniment.**

Els fets objecte de la interlocutòria **no constitueixen imprudència greu**, ni es pot admetre la participació imprudent en aquests. L'acte impugnat diu que no s'han pogut determinar les causes de les avaries de la calefacció de la sonda RAT i del TOWS, que no consta la relació entre aquestes però **tampoc no pot descartar-se.**

**Es confon**, segons aquests recurrents, una **actuació imprudent** amb una **infracció per sobre del risc permès**. No era previsible per al personal de manteniment una actuació de la tripulació no conforme a la seva obligació. L'absència de previsibilitat, i el principi de no exigibilitat de conducta diferent de l'efectuada, fan que l'actuació de la tripulació manqui de rellevància penal. Era imprevisible que la desconnexió del disjuntor pogués provocar o ocultar una avaria del TOWS.

La participació imprudent en un delictes imprudent que s'imputa a DT és impune per atípica. No s'ha acreditat que O li consultés prèviament, ja que aquest només va dir que li va comentar que traient el *circuit breaker* deixava sense alimentació la sonda i **li va demanar la seva opinió, i aquell va trigar una estona a contestar-li i li va dir al final que d'acord**, que sí que es podia despatxar amb aquest punt.

Com es pot observar amb el que s'ha exposat anteriorment, la resolució recorreguda basa la imputació dels tècnics del servei de manteniment de S en l'existència d'indisidències d'actuació imprudent en abordar l'anomalia de funcionament de l'escalfador de la sonda RAT de l'avió posteriorment accidentat. Per al jutge d'instrucció, la imprudència va consistir, en síntesi, que l'avió **va ser indegudament despatxat pels tècnics**, perquè, davant del problema d'escalfament indegut de la calefacció de la sonda RAT en terra, es van limitar a aplicar gel sec per refredar-la i a retirar el disjuntor CB Z29, privant la sonda avariada d'alimentació elèctrica i deixant-la inoperativa, i amb això van provocar una situació que aparentment permetia volar a l'aeronau conforme a les previsions de la MEL. Estima l'instructor que la sonda no estava inoperativa, pressupòsit reglat per al despatx conforme a la MEL, perquè la sonda escalfava, encara que ho fes amb l'avió en terra, i havia de fer-ho només en vol, i que, per tant, l'actuació adequada, conforme a allò prescrit pels manuals de manteniment, **hauria d'haver consistit a esbrinar la causa** que provocava l'escalfament indegut, **seguit d'un intent de reparació.**

L'acte impugnat assenyala com a causa principal de l'accident el fet que, després de la intervenció de l'equip de manteniment, els pilots iniciessin la maniobra d'enlairament sense accionar la palanca de control de *flaps* i *slats*, per col·locar-los en posició adequada, havent repassat de manera descurada i maldestra les llistes de comprovació dels sistemes essencials per a l'esmentada maniobra, entre aquests la correcta configuració de *flaps* i *slats*. Apunta l'instructor que a aquesta actuació va poder contribuir la presència, consentida pels tripulants, d'una tercera persona a la cabina, que va poder distreure'ls. També estima que una causa concurrent va ser la fallada del sistema TOWS, que no va advertir la tripulació de la configuració indeguda dels alerons.

No obstant això, malgrat que considera que els tècnics de manteniment no van poder preveure que els tripulants configurarien indegudament l'avió per a l'enlairament, i àdhuc tenint en compte que l'únic element que comparteixen els sistemes de calefacció de la RAT i el TOWS, el relé R2-5, s'ha acreditat que funcionava correctament, la resolució recorreguda afirma que també és causa concurrent l'actuació dels tècnics de manteniment, ja que si l'avió no s'hagués despatxat de manera indeguda, no s'hauria produït l'accident, amb independència que les avaries de la RAT i del TOWS estiguessin relacionades o no i que aquesta segona avaria fos detectable o no. **Aquest despatx indegut va tallar**, diu l'acte impugnat, **tota possibilitat de localitzar l'avaría del TOWS**, fins i tot en l'hipotètic cas (no constatat) que ambdues avaries no estiguessin relacionades.

Per a l'instructor, només podria desvincular-se el despatx indegut del resultat final si constés que les altres causes concurrents en l'accident no havien tingut res a veure amb el despatx. L'avaría del TOWS o les accions negligents dels tripulants, causes concurrents posteriors a la conducta dels tècnics de manteniment, no interfereixen en la imputació objectiva d'aquests, conforme a l'STS del 26-11-08, perquè es troben en el mateix àmbit del risc creat o augmentat per la conducta dels imputats.

Per tant, hi ha dues bases que sustenten un acord de continuació del procediment contra els tècnics de manteniment: 1) la possible imprudència en abordar l'avaría i en decidir despatxar l'avió; i 2) la connexió d'aquesta possible imprudència amb l'accident de l'aeronau. Encara que tots dos recurrents, com pot observar-se en el resum dels seus respectius motius d'impugnació, combaten tant els indisidències d'actuació



imprudent dels tècnics de manteniment com l'enllaç causal d'aquesta actuació amb el resultat, és indubtable que el recurs de la companyia S posa l'accent principalment en el primer apartat, mentre que la representació dels tècnics se centra de manera primordial en el segon.

Per a tractar ambdues qüestions, ha de partir-se d'una referència a la naturalesa de la resolució que ens ocupa. El seu pressupost no són proves (reservades al plenari i objecte de valoració en la resolució definitiva del procés), sinó indicis racionals de l'existència de fets punibles i de la seva comissió per persones determinades.

La naturalesa de la resolució recorreguda a la qual acabem de referir-nos obliga necessàriament a desestimar el primer dels dos vessants de les impugnacions, és a dir, el relatiu als indicis d'actuació imprudent dels tècnics de manteniment. L'exposició efectuada pels recurrents en aquest apartat, i l'examen dels arguments de l'acte apel·lat, a més de l'anàlisi de les declaracions que consten en les actuacions, però, sobretot, el dels diversos dictàmens pericials, permeten establir que existeixen postures oposades, tant pel que fa als motius que van portar els tècnics a obrar de la manera que ho van fer com respecte a la manera adequada de procedir. No és el moment processal oportú per a decidir sobre aquestes qüestions. Només escau resoldre si existeixen indicis fundats d'actuació imprudent, i aquesta resposta no pot ser una altra que la positiva pels motius als quals ja hem al·ludit, que a més estan exhaustivament exposats en l'acte impugnat, les conclusions del qual descansen fonamentalment en la prova pericial. És a dir, amb els limitats efectes de la valoració que correspon a aquesta fase processal, hi ha indicis que, sense perjudici de la seva confirmació o la seva desvirtuació en el plenari, permetrien la continuació de procediment.

El que concerneix a l'enllaç entre aquests indicis d'imprudència amb l'accident és diferent, perquè si es determina que no hi ha entre tots dos una relació causal o una connexió en termes d'imputació objectiva, el que faltaria seria la tipicitat dels fets, condició imprescindible, pel que ja s'ha expressat, perquè el procediment pugui seguir endavant.

El TS, en nombroses sentències, estableix que el **delicte imprudent apareix** estructuralment configurat, d'una part, per la **infracció d'un deure de cura intern** (deure subjectiu de cura o deure de previsió), que obliga a advertir la presència d'un perill cognoscible i l'índex de la seva gravetat, i, de altra, per la **vulneració d'un deure de cura extern** (deure objectiu de cura), que obliga a comportar-se externament de manera que no es generin riscos no permesos, o, si escau, a actuar de manera que es controlin o neutralitzin els riscos no permesos creats per terceres persones o per factors aliens a l'autor, sempre que el deure garant d'aquest obligui a controlar o neutralitzar el risc il·lícit que s'ha desencadenat.

A aquests requisits ha de sumar-se en els comportaments actius el **nexe causal entre l'acció imprudent i el resultat** (vinclat naturalístic o ontològic), i la imputació objectiva del resultat a la conducta imprudent, de manera que el risc no permès generat per aquest sigui el que es materialitzi en el resultat (vinclat normatiu o axiològic). I en els comportaments omissius, caldrà operar amb el criteri hipotètic d'imputació centrat a dilucidar si la conducta omesa hauria evitat, probablement amb certesa, la lesió o el menyscapse del bé jurídic que tutela la norma penal.

Després d'una etapa en la qual no s'establia distinció entre causació i imputació objectiva del resultat, que derivava automàticament la segona de la primera i donava lloc a l'atribució del resultat a l'autor de la inicial conducta il·lícita per la mera existència d'un nexe causal entre ells, la **jurisprudència ha optat per introduir restriccions normatives** a aquest concepte naturalístic de la causalitat, que es resolvia mitjançant el sistema de l'equivalència de les condicions. La nostra jurisprudència no ha acollit una teoria individualitzadora de la causalitat. Per contra, se suposa que amb la fórmula «el que és causa de la causa és causa del mal causat» ha donat cabuda a l'aplicació de la teoria de l'equivalència de condicions que exclou, per principi, la interrupció del nexe causal, atès que totes les condicions serien equivalentment causals.

La doctrina actual acudeix al concepte d'imputació objectiva, entenent que hi ha aquesta relació de causalitat sempre que la conducta activa o omissiva de l'acusat es pugui considerar com a condició sense la qual el resultat no s'hauria produït segons la tradicional doctrina de l'equivalència de condicions o *conditio sine qua non*, relació que s'estableix a partir de criteris naturals que proporcionen les regles de la ciència o de l'experiència, i després s'estableixen, mitjançant un judici de valor, les necessàries restriccions acudint a l'anomenada *imputació objectiva*, que existeix quan el subjecte, la responsabilitat del qual s'examina, amb el seu comportament origina un risc no permès, o augmenta il·lícitament un risc permès, i és precisament en l'àmbit d'aquest risc on el resultat es produeix, i s'entén que no s'ha depassat aquest àmbit quan aquest resultat s'estima com una conseqüència normal o adequada conforme a un

judici de previsibilitat o probabilitat, perquè ha d'estimar-se que normalment aquest resultat concret es correspon amb aquesta determinada acció o omissió sense que pugui atribuir-se a una altra causa diferent, imprevisible o aliena al comportament de l'acusat.

En general, és possible afirmar que **sense causalitat** (en el sentit d'una llei natural de causalitat) **no es pot sostenir la imputació objectiva**, i que aquesta no coincideix necessàriament amb la causalitat natural. D'aquesta manera, només és admissible establir la relació entre l'acció i el resultat quan la **conducta hagi creat un perill no permès**, és a dir, jurídicament desaprovat, i el resultat produït hagi estat la concreció d'aquest perill.

La Sala estima que aquests fets no serien típics, perquè la col·lisió de l'aeronau no resulta objectivament imputable a la conducta indiciàriament imprudent dels tècnics de manteniment. Per a arribar a aquesta conclusió, hem de partir de les afirmacions, efectuades en l'acte impugnat, respecte al fet que la causa primordial de l'accident va ser la indeguda configuració dels *flaps* i els *slats* efectuada pels pilots per a enlairar l'avió, i a la contribució de la falta d'avís del sistema TOWS. També cal recordar que la resolució apel·lada declara que el relé R2-5, que comparteixen l'escalfador de la sonda RAT i el TOWS, funcionava perfectament després de l'accident. En virtut d'això últim, malgrat l'opinió contrària d'algun dels perits –que manca de fonament tenint en compte les proves a les quals va ser sotmès el relé per l'INTA–, pot afirmar-se que no hi ha indicis que la substitució del relé, forma habitual de resoldre l'avaría de la calefacció de la sonda RAT plantejada als tècnics, hauria evitat l'absència de funcionament posterior del TOWS. Tampoc no n'hi ha, malgrat les exhaustives recerques efectuades, que una altra possible actuació relacionada amb la reparació de l'escalfador de la RAT, o amb la recerca de la causa del seu funcionament indegut, hauria portat a anticipar la fallada del TOWS. El fet que tampoc no s'hagi acreditat el contrari, això és, que l'esbrinament de la causa de l'escalfament de la sonda RAT i la seva reparació en cap cas no haurien permès detectar que el TOWS fallava o ho faria de manera imminent, no pot servir per a donar suport a la continuació del procediment, si no és en detriment del dret a la presumpció d'innocència dels imputats.

L'acte recorregut fonamenta la decisió de continuació respecte dels tècnics en el fet que la possible actuació imprudent d'aquests, com que no esbrina la causa de l'avaría que els va sotmetre a desconectar l'escalfador per aplicar un dels apartats de la MEL, malgrat que aquest element estava operatiu, perquè escalfava (independentment que ho fes quan no ho havia de fer), va contribuir al resultat, perquè aquest no s'hauria donat si l'avió no hagués estat indegudament despatxat pel servei de manteniment. És a dir, segons el Jutjat d'Instrucció, aquesta hipotètica conducta imprudent va permetre enlairar l'aeronau, condició indispensable perquè en aquesta maniobra ulterior pogués donar-se la imprudència dels pilots que, en connexió amb la fallada del TOWS, va desembocar en la col·lisió de l'aeronau.

Aquest Tribunal estima que, encara que pogués apreciar-se una relació de causalitat, entesa en el més ampli sentit (*conditio sine qua non*, equivalència de condicions), no seria sostenible la imputació objectiva. Per a l'instructor, l'avaría del TOWS o les accions negligents dels tripulants, causes concurrents posteriors a la conducta dels imputats, no interfereixen en la imputació objectiva d'aquests.

En el cas d'actuacions, no hi ha imputació objectiva perquè, tal com s'ha argumentat, no hi ha indicis racionals que la desconexió de l'alimentació de l'escalfador avariats afectés el sistema TOWS, generant un risc que contribuís al resultat, i tampoc respecte al fet que l'omissió de la recerca de la causa de l'escalfament indegut de la sonda hauria evitat, probablement gairebé amb certesa, la fallada de l'esmentat sistema d'alarma. En conseqüència, si no es donen les condicions d'imputació objectiva, els fets atribuïts als tècnics de manteniment manquen d'entitat típica, per **la qual cosa resulta procedent estimar aquestes impugnacions i acordar el sobreseïment**.

Argumentàvem llavors, i mantenim ara, que **no hi ha elements per a sostenir que, per part del fabricant, es depassessin els límits del risc permès**, tenint en compte que l'autoritat aèria nord-americana va formular una recomanació perquè el **sistema redundat anés instal·lat**, però no va dictar una norma obligatòria, cosa que hauria estat perfectament coherent amb una activitat tan fortament regulada com la navegació aèria i, dins d'aquesta, el transport de viatgers. No es va considerar llavors obligar els fabricants a instal·lar el sistema, i es va permetre que les aeronaus volessin sense aquest, probablement perquè es va valorar com a accessori i es va posar l'accent en altres sistemes o procediments que asseguraven l'adequació de la configuració de l'enlairament, entre aquests, les comprovacions efectuades pels pilots i també la mateixa revisió del TOWS abans de cada vol. Sí que **es va recomanar el sistema, però es van permetre els vols sense aquest**, i és indubtable que el risc inherent es va situar normativament dins de l'àrea permessa o tolerable. La conseqüència és que no

va ser infringit pel fabricant el deure objectiu de cura en el moment de l'acció aquí contemplada, amb independència de les variacions que les regles de cura hagin patit amb posterioritat. Per tant, amb les dades disponibles, **no escau la imputació dels responsables de l'empresa fabricant.**

Es mantenen també aquestes mateixes raons, que van portar a **desestimar la imputació de les autoritats espanyoles d'Aviació Civil** –extensibles lògicament als certificadors, respecte dels quals s'interessa ara també la continuació del procediment– durant la vida operativa de l'aeronau. Encara que és indubtable que en aquestes autoritats i certificadors concorren els elements que els vinculen amb la font de perill, ja que tenen una específica obligació legal de controlar-la i la seva omissió, en cas de produir-se un resultat lesiu, podria ser equivalent a l'acció, en el sentit requerit pel Codi Penal, no pot sostenir-se que aquesta omissió es produís en el present cas, ja que, d'una banda, la decisió anual sobre l'atorgament de la llicència de navegabilitat a Espanya **no els obligava a una altra cosa que a comprovar el correcte funcionament de tots els sistemes obligatoris**, entre els quals no hi havia el que aquí s'assenyala, i, d'altra banda, el control en cada vol de l'adequada utilització i revisió dels altres elements (inclòs el mateix TOWS), que asseguraven una correcta configuració de l'aeronau per a l'enlairament, no formava part dels requisits necessaris per a expedir la llicència.

**Els recursos, per tant, han de ser desestimats.**

## Resum

La càrrega mental està directament relacionada amb l'exigència cognitiva del lloc de treball i amb l'esforç que ha de fer el treballador per a desenvolupar aquesta activitat.

Segons els models actuals, els principals processos cognitius són l'atenció, la percepció, la memòria i la presa de decisions. Inicialment, a mitjan segle passat, es van desenvolupar els anomenats *models de filtre* i els *models de recursos*.

Els factors que poden contribuir a la càrrega mental de treball es poden classificar segons que provinguin d'exigències de la tasca, organització del treball (inclòs el seu entorn físic i social) i característiques personals del treballador, diferencials i variables (capacitats, motivacions, edat, estat d'activació, etc.).

Les principals tècniques de mesura de la càrrega mental són les d'avaluació subjectiva, especialment el mètode NASA-TLX, i les d'avaluació de l'exigència, especialment l'apartat de càrrega mental del mètode LEST, encara que també es poden utilitzar els indicadors de rendiment i les tècniques de registre d'indicadors psicofisiològics.

Hem de prevenir l'aparició de la fatiga mental i dels errors. Per a això hi ha una sèrie de recomanacions, especialment pel que fa al disseny de tasques. En síntesi, el disseny d'una activitat laboral ha d'adequar-se a les principals característiques del processament humà de la informació.

## Bibliografía

**Díaz, D.; Hernández, E.; Rolo, G.** (2012). *Carga mental de trabajo*. Madrid: Síntesis.

**Ferrer, R.; Dalmau, I.** (2014). «Ergonomía cognitiva y carga mental». A: P. Gil Monte (coord.). *Manual de psicología aplicada al trabajo y a la prevención de los riesgos laborales*. Madrid: Pirámide.

**González, J. L.; Moreno, B.; Garrosa, E.** (2005). *Carga mental y fatiga laboral: Teoría y evaluación*. Madrid: Pirámide.

**Meshkati, N.; Hancock, P. A.; Rahimi, M.; Dawes, S.** (2002). «Techniques in mental workload assessment». A: J. R. Wilson; N. Cortlett (editors). *Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology*. Londres: Taylor and Francis (pàg. 749-781).

**Sebastián, O.; Hoyo, M. A. del** (2002). *La carga mental de trabajo. Documentos divulgativos*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

