

Física

Críteris específics d'avaluació

Críteris d'avaluació	A	Valor	B	Valor	C	Valor
1. Identificar els elements essencials del model científic utilitzat per explicar els fluxos de població	Identifica la població d'una àrea com l'element generador del camp de flux de població en àrees urbanes, i ho justifica i argumenta en funció d'aspectes socioeconòmics, demogràfics, etc.	1,5	Proposa la població d'una àrea com l'element generador del camp de flux de població en àrees urbanes, amb una argumentació superficial i poc raonada.	1	Fa una proposta errònia sobre l'element generador del camp de flux de població en àrees urbanes, tot i que la justifica i argumenta.	0,5
2a. Descriure i relacionar les magnituds associades al camp gravitatori amb la seva representació gràfica	Descriu amb detall les característiques principals i les relacions entre el vector camp, el potencial i les corbes equipotencials, així com els críteris per representar-los gràficament.	1,5	Descriu algunes de les característiques del camp, el potencial i les corbes equipotencials, i descriu breument com representar-les gràficament.	1	Cita alguna característica del camp, el potencial i les corbes equipotencials, amb alguna referència a la seva representació gràfica.	0,5
2b. Descriure i relacionar les magnituds associades al camp gravitatori amb la seva representació gràfica	Extreu i relaciona correctament les dades numèriques al seu abast, argumentant les aproximacions necessàries; planteja les equacions, i obté els valors dels paràmetres per a totes dues ciutats.	1,5	Extreu i relaciona les dades numèriques, planteja les equacions, però no arriba a obtenir els paràmetres per a les dues ciutats.	1	Extreu dades de les imatges, però no planteja o resol les equacions, o ho fa de manera errònia.	0,5

 criteris d'avaluació	 A	 Valor	 B	 Valor	 C	 Valor
2c. Descriure i relacionar les magnituds associades al camp gravitatori amb la seva representació gràfica	Dibuixa detalladament els quatre perfils de potencial i els descriu amb rigor amb relació a les característiques principals de les figures de les corbes equipotencials (nombre de pics, alçades relatives, forma, etc.).	1,5	Dibuixa de forma aproximada els perfils de potencial i descriu correctament algunes de les seves característiques amb relació a les figures de les corbes equipotencials.	1	Dibuixa esquemàticament els perfils de potencial, però no argumenta les seves característiques o ho fa de manera errònia.	0,5
3a. Fer modificacions i prediccions sobre l'aplicació del model científic en un context de característiques diferents	Argumenta de manera raonada i completa els canvis que caldria esperar en les representacions dels camps vectorials en el cas d'haver realitzat l'estudi en zones rurals.	1	Enumera, sense justificar completament, alguns dels canvis que caldria esperar en les representacions dels camps vectorials en el cas d'haver realitzat l'estudi en zones rurals.	0,5	Proposa, sense justificar, diversos canvis en les representacions dels camps vectorials en el cas d'haver realitzat l'estudi en zones rurals.	0,2
3b. Fer modificacions i prediccions sobre l'aplicació del model científic en un context de característiques diferents	Proposa i justifica, de manera raonada, modificacions en la recollida i tractament de les dades en el cas d'haver realitzat l'estudi en zones rurals, basades en arguments com la densitat de població, la concentració de centres de treball en polígons industrials, el treball agrícola, etc.	1	Proposa, sense justificar completament, algunes modificacions en la recollida i tractament de les dades en el cas d'haver realitzat l'estudi en zones rurals.	0,5	Proposa, sense justificar, alguna modificació en la recollida i tractament de les dades en el cas d'haver realitzat l'estudi en zones rurals.	0,2
4. Redactar amb correcció, cohesió i coherència	Redacta amb correcció, cohesió i coherència, i estableix relacions entre les respostes a les diverses qüestions.	1	Presenta algunes mancances en la correcció, la cohesió i la coherència del text, i relaciona en algun moment les respostes a les qüestions.	0,5	Mostra importants mancances en la correcció, cohesió i coherència del text, i no estableix relacions entre les respostes.	0,2

Criteris d'avaluació	A	Valor	B	Valor	C	Valor
5. Argumentar les respostes utilitzant la terminologia científica adequada	Usa de manera habitual termes científics específics de manera pertinent.	1	Utilitza puntualment termes científics de manera adequada.	0,5	Fa un ús molt limitat de termes científics.	0,2

Criteris específics d'avaluació complementaris. Exemple de resolució

El redactat és orientatiu.

Anàlisi del model

El model presentat al document 2 treballa amb les dades de geolocalització de Twitter i de població per conèixer les rutes de desplaçament dels habitants i la densitat de població als barris. Per fer això, calcula la mitjana dels moviments casa-treball dels residents en una àrea d'un quilòmetre quadrat, i ho representa com un vector de longitud proporcional al nombre de persones que es desplacen des d'aquella zona. Aquesta representació acaba sent molt similar a la configuració d'un camp gravitatori.

Ara bé, per conèixer la magnitud o variable que desenvolupa el paper de la massa en el cas del camp gravitatori, ens hem de preguntar pel motiu que porta a aquestes persones a desplaçar-se de manera generalitzada cap a una zona de la ciutat determinada. Com que el model analitza desplaçaments de casa al lloc de treball, està clar que el motiu és arribar a l'emplaçament de la feina, així que les zones de més densitat de línies de camp, o cap a on apunten els vectors de flux, han de ser zones amb una elevada oferta d'ocupació.

Aquesta ocupació anirà lligada, en el cas d'àrees urbanes, a zones amb densitats de població elevada i a la necessitat de molts llocs de treball vinculats al sector serveis. També poden haver-hi nuclis puntuals al voltant de zones de negoci, tot i que, en general, el nombre de treballadors en aquestes àrees no serà tan elevat. El fet que el model predigui una direcció comuna apuntant cap al centre de les grans ciutats analitzades, amb densitats de població més elevades, sembla indicar que serà aquesta magnitud la responsable del "camp" en aquest cas.

Les figures 1b i 1c representen el camp vectorial associat a cada una de les cel·les en què s'ha dividit la ciutat. La direcció i la intensitat (llargària) del vector camp associat a cada cel·la ens indica la direcció prioritària de desplaçament dels seus habitants, i a partir de la seva "suma", és a dir, integrant-lo, podem obtenir el valor del potencial associat. Unint tots els punts amb els mateixos valors del potencial obtenim unes línies imaginàries, les corbes equipotencials, que són perpendiculars al vector camp en cada punt, i que trobem representades a la figura 2. Aquestes corbes ens permeten una visualització alternativa a la de la figura 1 de la simetria radial dels desplaçaments laborals en els casos de Londres i París, i mostren clarament l'existència d'un únic centre "atractiu" en totes dues ciutats.

La representació tridimensional del potencial genera una imatge, similar a un mapa topogràfic tridimensional, formada per "pous, valls i muntanyes", on els "pous" de potencial indicarien les zones cap a on "graviten" o es desplacen de manera majoritària els ciutadans d'un barri per motius laborals. Si ens fixem en les imatges de la figura 2, on es representa el potencial canviat de signe ($-V$), aquests pous se simbolitzen per pics molt marcats, associats a les zones que concentren la majoria dels desplaçaments.

A partir de la dada sobre les dimensions de la imatge, es pot calcular l'escala en la qual està representada la distribució de línies equipotencials:

21 km = 7 cm en el full (aproximadament), en el cas de totes dues ciutats, i determinar el factor d'escala per transformar les distàncies en el full a distàncies reals.

Això ens permet, per cada ciutat, conèixer de manera aproximada les distàncies a què s'assoleixen els diferents valors del potencial i, mitjançant dues de les parelles de valors, establir un sistema de dues equacions amb dues incògnites (k i d_0) que ens permeti determinar el valor dels paràmetres.

Per exemple, en el cas de Londres, de l'anàlisi de les imatges podem extreure les següents dades:

Primera corba equipotencial ($V_1 = -3000$), a una distància d'aproximadament 0,5 cm, que amb el canvi d'escala equival a 1,5 km.

Segona corba equipotencial ($V_2 = -2500$), a una distància aproximada d'1 cm, que amb el canvi d'escala equival a 3 km.

Plantejant les equacions: $-3000 = -\frac{k}{d_0} e^{-1.5/d_0}$ i $-2500 = -\frac{k}{d_0} e^{-3/d_0}$. La resolució d'aquest sistema ens permet obtenir uns valors de $k = 3 \cdot 10^4$ i $d_0 = 13,7$.

En el cas de la ciutat de París, el raonament seria similar, però caldria tenir en compte que els valors del potencial empíric no superen els 1600.

A més, la falta de simetria circular en la representació de les línies equipotencials provocarà modificacions en els valors obtinguts en funció de la direcció en què es prenguin les mesures al full.

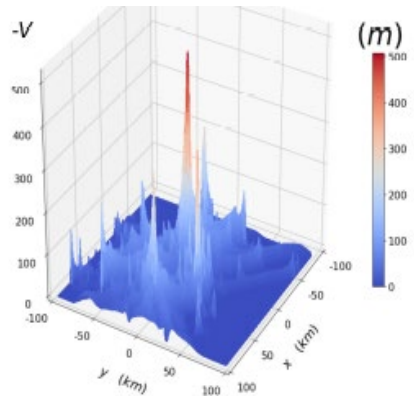
Una de les figures del document 2 mostra les corbes equipotencials calculades a partir dels fluxos de desplaçament obtinguts a partir de dades de Twitter per a quatre ciutats del món i conurbacions. Aquestes corbes, a partir de la informació del mateix document, corresponen a "punts" del mapa (cel·les d'un quilòmetre quadrat) en què el nombre d'habitants que es desplacen de casa a la feina és de magnitud semblant.

En el cas de Tòquio (figura c) és una representació força equiparable a la corresponent a una massa puntual, on les superfícies equipotencials són esferes (o cercles) concèntriques, centrades a la massa creadora del camp. En el cas de la ciutat es perd aquesta simetria circular, especialment en les zones més allunyades del centre.

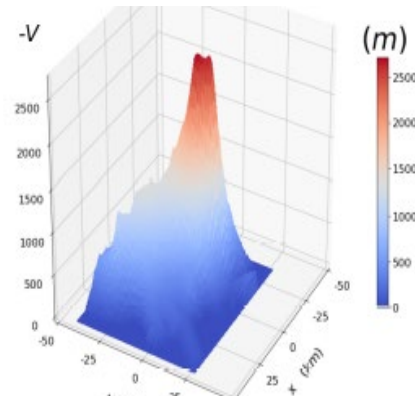
Pel que fa a Los Angeles (figura b), podríem fer l'analogia amb les superfícies pròpies de dues masses puntuals situades a una certa distància, tot i que la pròpia configuració de la ciutat fa que la figura no respecti la simetria, especialment pel que fa l'extensió al llarg de l'eix longitudinal que uniria ambdues masses. Aquesta distribució de línies pròpia de dues masses puntuals la tornem a veure reproduïda en la imatge corresponent a Rio de Janeiro, però en aquest cas s'ha produït un augment de la separació relativa entre totes dues masses. Finalment, en el cas de l'anàlisi per la conurbació Manchester-Liverpool-Leeds-Sheffield, podem establir una correspondència amb la distribució de línies d'un conjunt de quatre masses puntuals, tres d'elles de magnitud similar, i una, situada al punt més central, de magnitud més elevada.

Finalment, a partir de l'anàlisi de les corbes equipotencials de les ciutats i conurbacions de la figura 3, i de manera similar als casos de Londres i París, podem proposar unes representacions de potencial amb aquestes característiques:

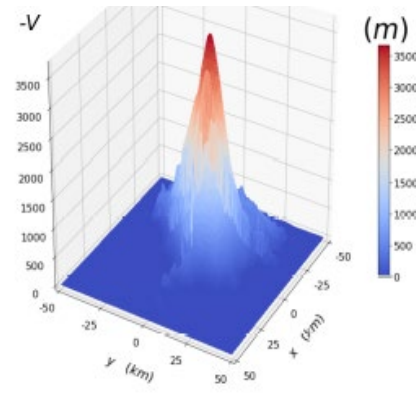
- Conurbació Manchester – Liverpool – Leeds – Sheffield: 4 pics destacats, amb un de principal molt definit, un secundari i dos menors, amb d'altres menors entre ells.
- Los Angeles: un pic "extens", gairebé duplicat, amb forma clarament el·líptica.
- Tòquio: similar a les imatges de París i Londres, però amb un perfil més el·líptic.
- Rio de Janeiro: pic extens i doble en la part final, amb pics residuals a les vores i forma el·líptica.



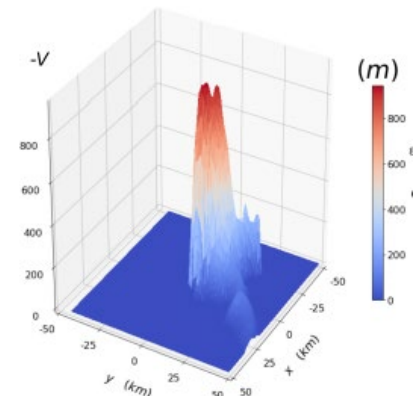
Manchester – Liverpool – Leeds –
Sheffield



Los Angeles



Tòquio



Rio de Janeiro

Extensió del model

La característica més significativa de les representacions vectorials dels camps de fluxos de població és una simetria circular força rellevant, especialment a mesura que ens apropem a la posició central. En el cas d'entorns rurals, les direccions dels desplaçaments no presentaran aquesta simetria, i molt probablement les direccions dels vectors mostraran una dispersió angular més elevada, així com intensitats (longituds del vector) menors. Cal tenir en compte, a més, que en aquests entorns, habitualment, els nuclis de població varien molt en mida i nombre d'habitants, i només els nuclis principals actuen com a generadors d'ocupació.

En general, el paper dels nuclis on l'activitat econòmica fonamental sigui de tipus agrari o ramader serà més aviat de dispersió de població, i no tant de concentració, llevat dels casos en què la població disposi d'un polígon industrial d'una certa dimensió, que atregui població d'altres municipis. Potser en aquest cas sí que serà més adequat utilitzar un model de camp elèctric, amb municipis o zones que actuïn com càrregues de signe diferent, amb efecte atractiu i repulsiu, en funció dels fluxos de desplaçament de la població.

D'altra banda, l'estudi treballa amb dades agregades de Twitter i censos de població en àrees d'un quilòmetre quadrat. En entorns urbans, d'alta densitat de població, aquests paràmetres semblen a priori raonables, tant pel que fa a les dimensions de les àrees d'agregació com al fet d'haver escollit les dades de geolocalització generades per aquesta xarxa social. En el cas d'entorns rurals, amb una densitat de població molt més baixa que en àrees urbanes, caldria revisar les dimensions de les cel·les, per tal que les dades continuïn sent significatives. A més, també caldria analitzar les dades relatives a la implantació de Twitter en aquestes àrees, i analitzar si aquesta estratègia és la més adequada, o bé recórrer, per exemple, a l'ús de les dades dels mateixos operadors de telefonia mòbil.