



Percezione multisensoriale dei sapori

Enrico Toffalini

enrico.toffalini@unipd.it

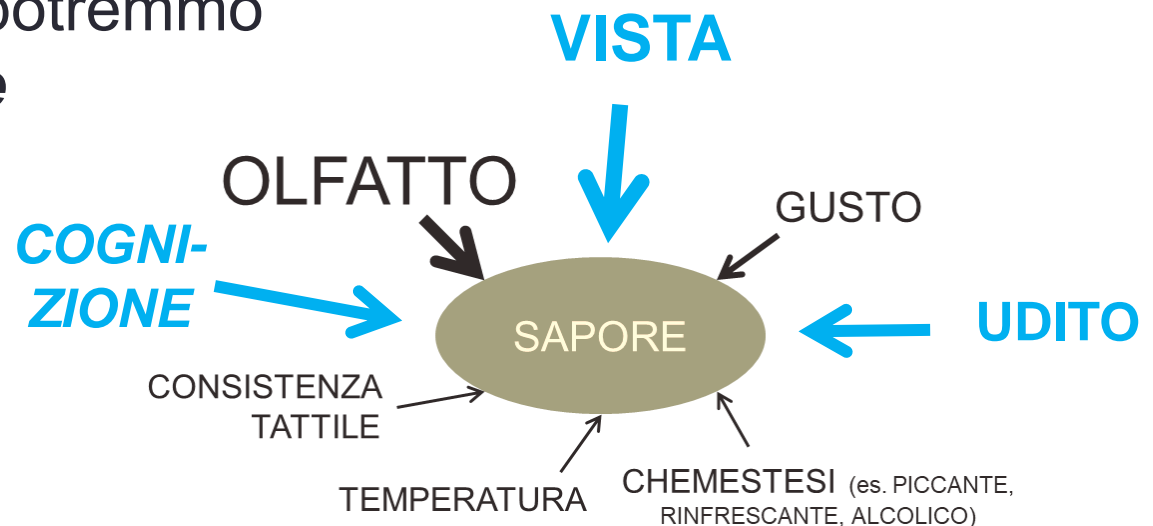
Dalle illusioni alla percezione multisensoriale

L'aspetto più interessante delle «illusioni» è proprio l'integrazione tra diversi sensi (e anche aspetti cognitivi)

- Odore delle bevande più colorate è *percepito* come più intenso
- Colore influenza aspetti qualitativi (es. lime vs ciliegia)
- Odi diversi evocano comune percezione di «dolcezza»
- Riconoscimento/etichettamento influenza qualità e piacevolezza

Più che di *illusioni*... potremmo parlare di **percezione multisensoriale**

abbiamo già descritto il **sapore** come **percepto multisensoriale** →



C'è una base (genetica ed evoluzionistica) al fatto che elaboriamo gli stimoli alimentari integrando tutti i nostri sensi e la cognizione?

«Nessun animale può vivere senza cibo. Seguiamo il corollario di questa affermazione: il cibo ha l'impatto più importante nel determinare l'organizzazione del cervello e del comportamento che consegue dall'organizzazione del cervello» (Young, 1968)

«Alcuni dei cambiamenti più importanti che avvengono nell'attività cerebrale si rilevano quando un partecipante affamato osserva immagini di cibo, disteso passivamente in uno scanner cerebrale» (Spence, 2015)

Percezione multisensoriale... e sue applicazioni

«Possiamo concepire il **sapore** in modi diversi: come un **oggetto multimodale**, un **sistema sensoriale**, un **senso vero e proprio**, o un **insieme di sensi diversi che vengono collegati insieme da processi mediati centralmente** (...) Il **sapore** è **chiaramente multimodale**, ma **dove si trova il confine** [tra un senso e l'altro]? Dopotutto, gli stimoli visivi e uditivi influenzano la percezione del sapore. Sono quindi parte di un 'senso del sapore'? Un modo di risolvere la questione è **considerare tutti i sensi che contribuiscono al sapore come parte di un sistema del sapore** (...) ma di continuare a usare il termine 'sapore' con riferimento allo stimolo esperito nella bocca»
(Stevenson, 2009)

«(...) La nostra percezione dei sapori è multisensoriale. Di conseguenza, **servire in tavola del buon cibo non è semplicemente questione di solleticare i calici gustativi**, ma di **coinvolgere un ampio spettro di esperienze sensoriali**»
(Colebrooke, 2014)



MULTISENSORY DINING

Eating offers us both sustenance for survival as well as hedonistic pleasure. It is an intensely sensory experience and most importantly it is one of the most multisensory activities we as humans engage in multiple times per day. Our expectations, judgements and enjoyment of food and flavour are all formulated in our minds based on sensory inputs (what we see, smell, taste, feel and hear). And while we mainly associate flavour with our sense of taste (salty, bitter, sour, sweet and umami) and our sense of smell, research shows that flavour is really a multisensory construct of all our senses coming together in a congruent manner.

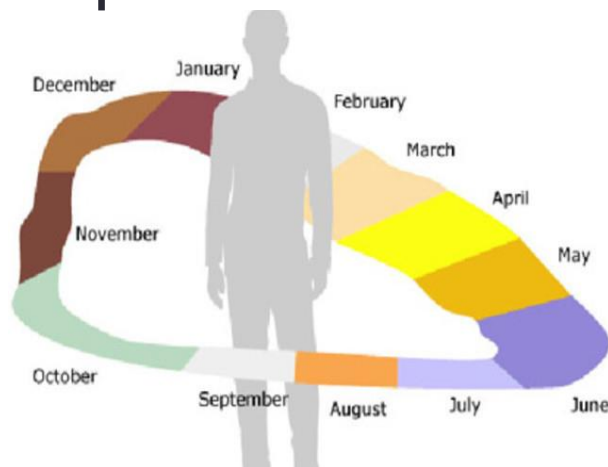


Quale preparazione
evoca quale gusto?

(Dimostrazione di
associazioni cross-modali
nella serie di eventi
gastronomico-divulgativi
[Synaesthesia](#) by Kitchen
theory)

«Sinestesia»

esempi noti di sinestesia



colori e odori evocano gusti



«Addizioni» olfattive+gustative

Input multisensoriali fortemente associati (apprendimento associativo fino a sinestesia) si «sommano» nella percezione. Es. olfatto + gusto: odori quali fragola, vaniglia, cannella appaiono «dolci», aggiungono soggettivamente dolcezza, e influenzano perfino la soglia sensoriale

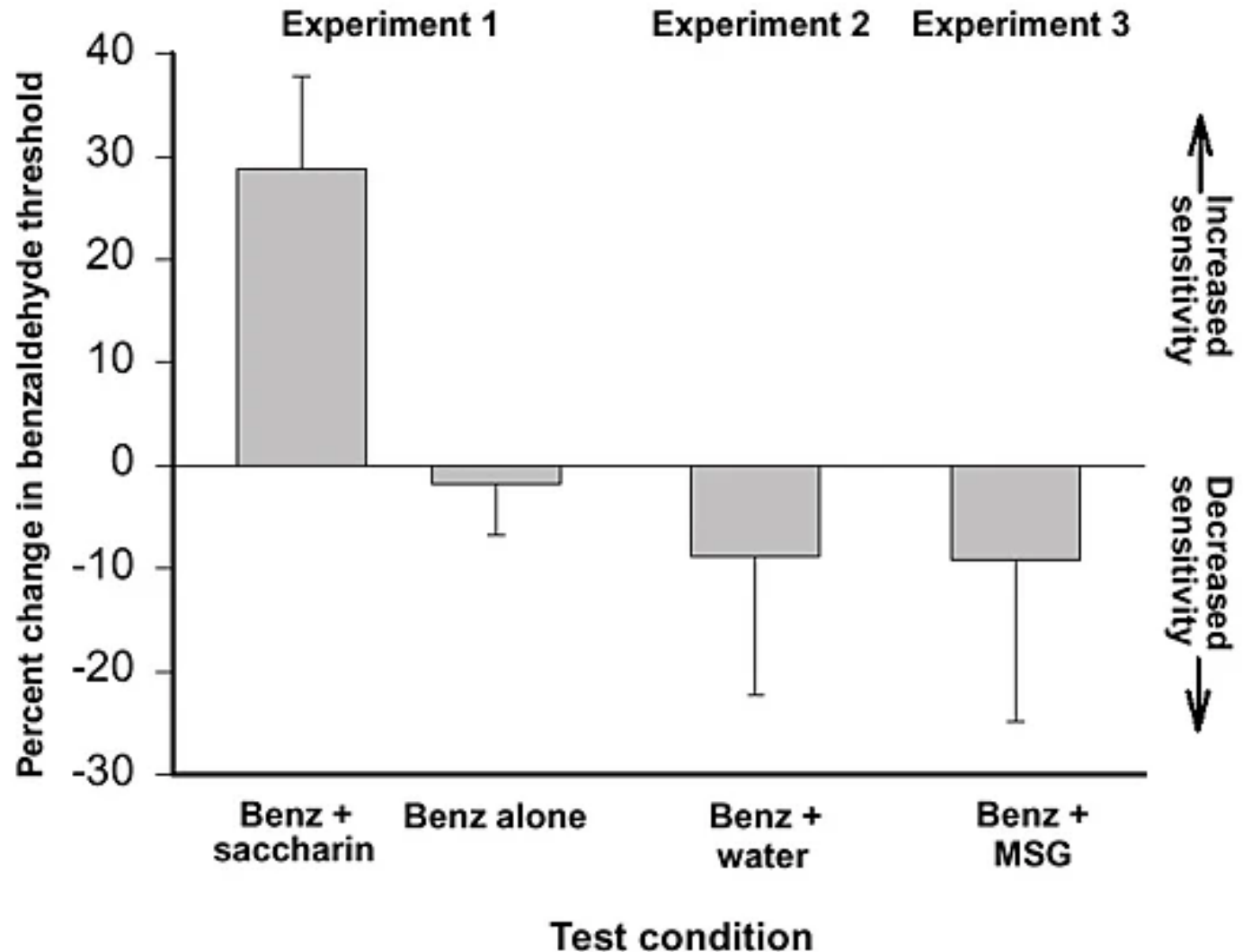
Es. Dalton et al. (2000) – *test di soglia olfattiva per benzaldeide* (~mandorla, amaretti) in diverse condizioni:

- Condizione base (solo benzaldeide)
- Condizione base + soluzione saccarina sulla lingua
- Condizione base + acqua sulla lingua
- Condizione base + soluzione glutammato sulla lingua

NOTA: soluzioni con saccarina e glutammato sotto soglia gustativa

«Addizioni» olfattive+gustative

La prima condizione (coerenza gustativa-olfattiva) migliora la sensibilità; la terza e la quarta condizione (non-coerenza gustativa-olfattiva) addirittura la peggiorano



«Addizioni» olfattive+gustative

Effetti cross-culturali: per i *giapponesi*, è invece il *glutammato* che migliora la loro sensibilità alla benzaldeide ... *Perché?!*

→ nella cucina orientale, la mandorla è spesso associata a piatti e condimenti sapidi/umami



Questo dimostra che le interazioni cross-modalì sono necessariamente APPRESE (Eventualmente fin dal feto: molecole che veicolano gusti e sapori raggiungono il liquido amniotico: ci sono dimostrazioni del fatto che i neonati rispondono in modo preferenziale a ciò a cui sono stati esposti nel periodo prenatale, es. anice, carote)

Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

Abbiamo già visto esempi sul colore delle bevande

- Morrot et al. (2001) hanno testato 50 studenti di un corso di laurea in **enologia** a Bordeaux, facendogli descrivere un Bordeaux **bianco**, poi un Bordeaux **rosso** – e poi di nuovo il **bianco colorato di rosso**

Vengono usati termini come *agrumi, limone, fieno* per il bianco, e *cioccolato, tabacco, bacche*, per il rosso, ma anche per il bianco colorato di rosso



Sono cattivi studenti?!

eppure, chiunque si può ingannare coi sapori che conosce bene!

Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

- Una bevanda aromatizzata nello stesso modo può essere percepita come «lime» se colorata di verde, «ciliegia» se colorata di rosso, o «arancia» se colorata di arancione, nonostante i partecipanti siano pre-avvertiti che il colore **NON** è informativo sul sapore (Dubose et al., 1980; Zampini et al., 2007, 2008)



Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

Ma allora, «esperti» o no, siamo scarsi nell'identificare verbalmente i sapori usando i sensi chimici?

Complessivamente sì (per l'olfatto). Ma soprattutto, siamo **abituati a integrare ogni volta input multisensoriali**, e se questi sono *deliberatamente* ingannevoli... ci fuorviano

Se il *cue* visivo è disponibile, non può evitare di attivare forti aspettative automatiche... in genere aiutandoci

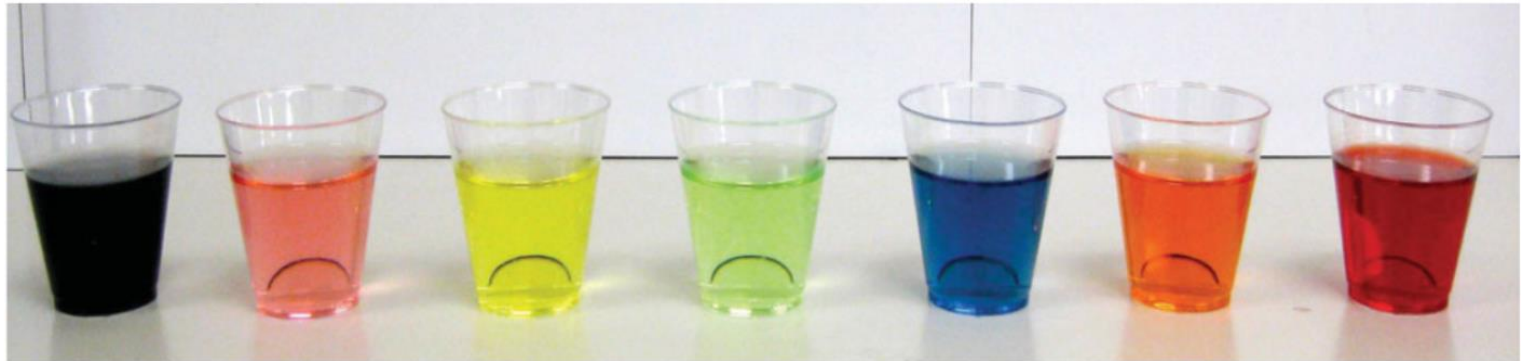
→ con riferimento al gusto (invece che alla vista), pensate al miglioramento della soglia olfattiva della benzaldeide (mandorla) se associato a bevanda dal gusto dolce anziché umami

Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

C'è un limite «tollerato» alla discrepanza aspettativa-realtà?

Sì – oltre una certa discrepanza si innesca un processo cosciente di disconferma (es. Shankar et al., 2010)

Partecipanti annusano (senza bere), e sono avvertiti di non basarsi sul colore



Bassa discrepanza // colore **arancione** + *limone* o *ananas* → «arancia»
MA (**assimilazione** della discrepanza)

Alta discrepanza // colore **arancione** + *mirtillo* o *menta* → «mirtillo» o «menta»
(**disconferma** e conseguente riconoscimento corretto)

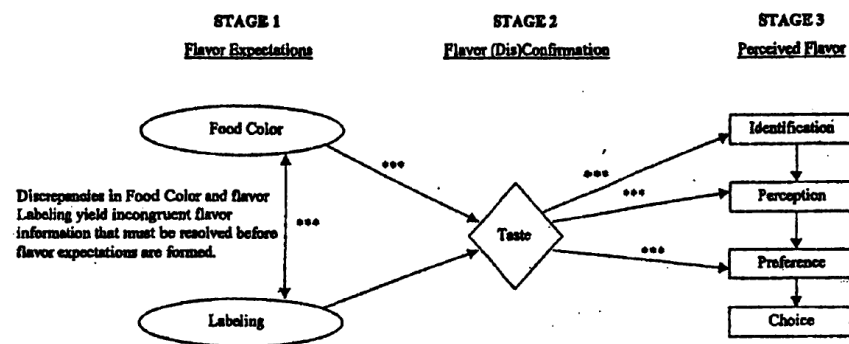
Discrepanza e giudizio edonico

L'ampia discrepanza aspettativa-realtà implica anche **giudizio edonico negativo sul sapore**

Garber et al. (1992) - Review

- Il giudizio edonico è massimizzato dalla congruenza **sapore – etichetta – colore**

- Certe «congruenze» sono apprese via esposizione (es. verde brillante per menta piperita, marrone per Cola)
- Certe discrepanze accentuano impressioni (negative) specifiche (es. succo di arancia sembra «amaro» se di colore viola)
- La precedente impressione è ridotta se bevanda presentata come «succo di frutta» anziché «succo di arancia» (questo limita discrepanza)
- In condizioni di discrepanza, il *colore* conta più dell'*etichetta* per identificare il *sapore* (anche scorrettamente)



Discrepanza e giudizio edonico

L'ampia discrepanza aspettativa-realtà implica anche **giudizio edonico negativo sul sapore**

Esempio citato nel
marketing: scarso
successo dei soft
drink trasparenti
negli anni '90
(Triplett, 1994)

Triplett, T. (1994). Consumers show little taste
for clear beverages. *Marketing News* 28, 1.



Discrepanza e giudizio edonico

L'ampia discrepanza aspettativa-realtà implica anche **giudizio edonico negativo sul sapore**

Famoso aneddoto in letteratura (Wheatley, 1973; ma sulla veridicità, cf. Tannenbaum, 2020): esperimento di *marketing*, numerosi volontari erano invitati a consumare una cena immersi nella penombra

Con poca luce, riusciamo a distinguere bene forme e sagome, ma non i colori

All'accensione delle luci, a metà cena, gli invitati notano che stanno mangiando bistecche blu, piselli rossi e patate verdi

In molti reagiscono in modo violentemente avverso, anche sentendosi male e andando in bagno



Discrepanza e giudizio edonico

Il giudizio negativo dovuto al «tradimento» delle aspettative ha alcune eccezioni:

- **Età:** i bambini apprezzano colori discrepanti, possibilmente sgargianti, più dei loro genitori. Es. Heinz ketchup colorati sul mercato in 2000-2006; caramelle con colori «inappropriati», con annessa sfida a indovinare il sapore (Bremner et al., 2012; Spence, 2015)



Discrepanza e giudizio edonico

Il giudizio negativo dovuto al «tradimento» delle aspettative ha alcune eccezioni:

- Conta l'effetto **contesto**, es. nei ristoranti «modernisti» l'effetto sorpresa/disconferma dei *cue* multisensoriali è più generalmente gradito (ma conta anche il ritenere di essere «in buone mani»; Spence & Piqueras-Fiszman, 2014)
- **Differenze individuali**: tratto «*neofilico*» (opposto a «*neofobico*») è associato a maggior accettazione o piacere nella sorpresa e novità (Spence, 2015)



Un buon uso dei coloranti?

→ Aumento della «saturazione cromatica»: Il sapore è multisensoriale e dipende anche dalla vista, quindi possiamo *aumentarlo* un po' anche attraverso questa modalità

Anziani: declino delle capacità olfattive e gustative riduce l'intensità percepita dei sapori, porta gli anziani a raddoppiare / triplicare i condimenti es. sale nella zuppa

Stevens et al. (1991)

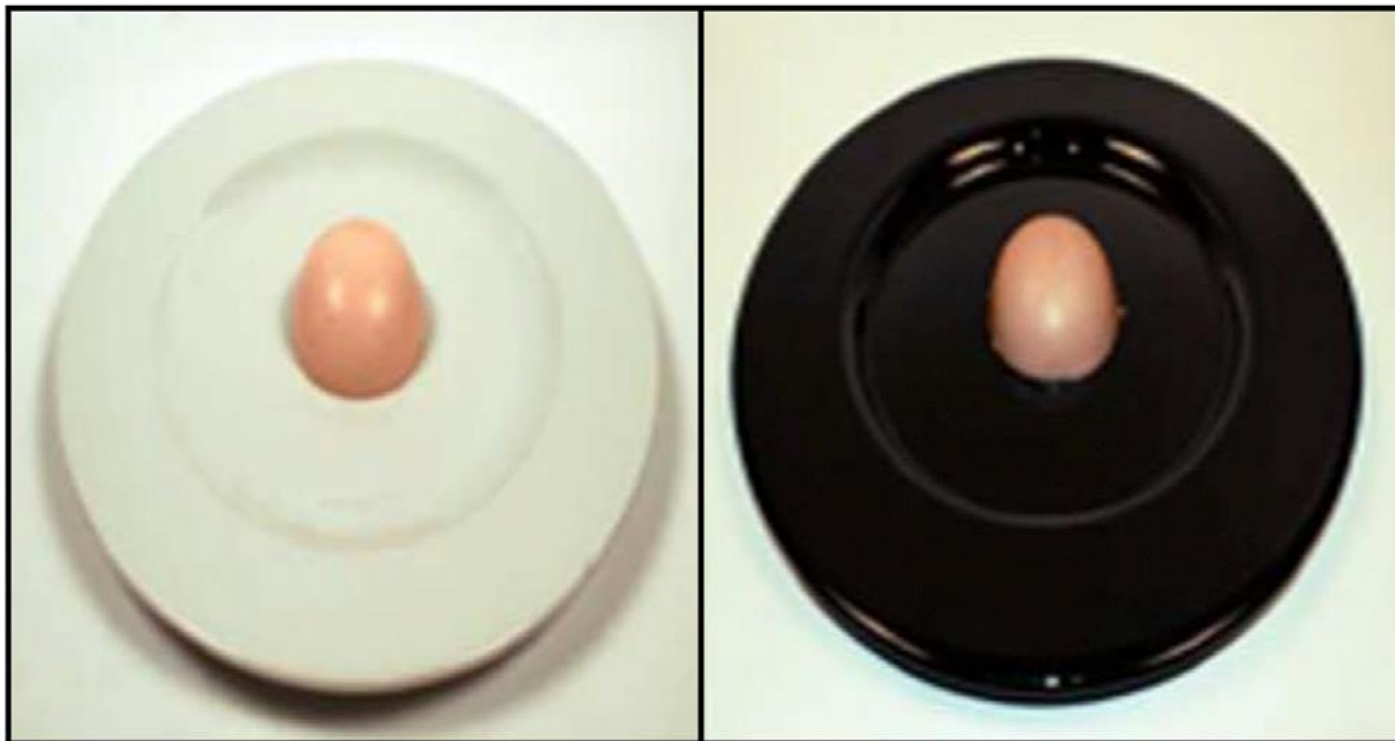


Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

Contesto circostante: anche il colore di piatti, bicchieri, posate, packaging, luci ambientali può influenzare il sapore – [evoca sapori associati; incide su colore percepito del cibo]

Es. stessa *mousse gelata di fragola* è 10% più dolce, 15% più intensa, e 10% più gradita, se presentata su un piatto bianco anziché nero

Piqueras-Fiszman et al. (2012)



Perché?

Gli autori dello studio suggeriscono effetto contrasto = maggiore intensità del cibo su sfondo bianco

...

È possibile che l'influenza dipenda dai colori stessi (bianco o rosso = dolce; nero o blu = amaro)

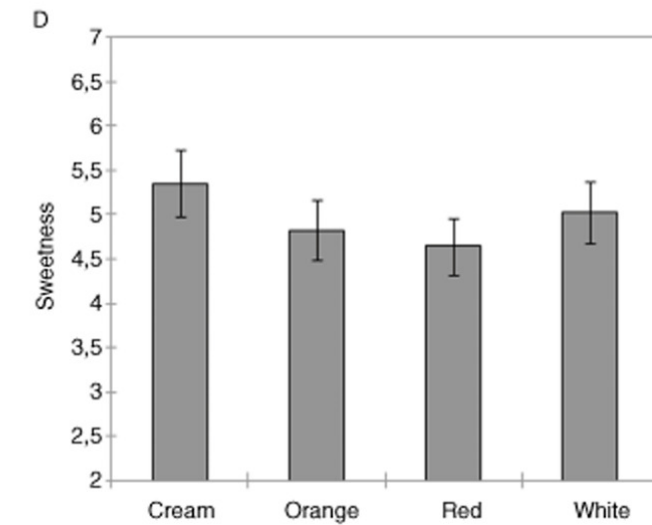
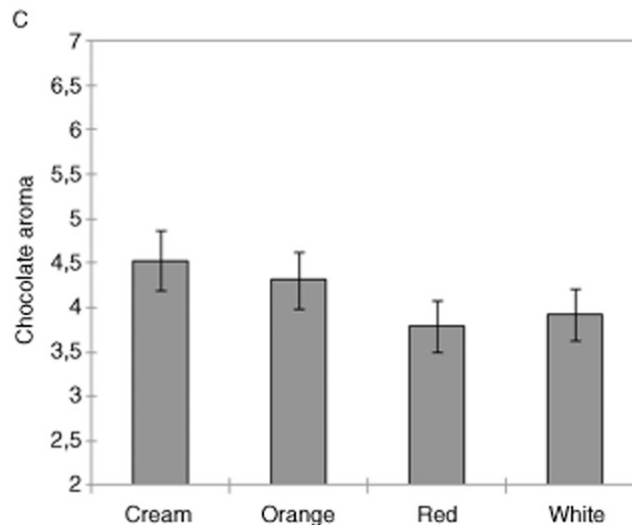
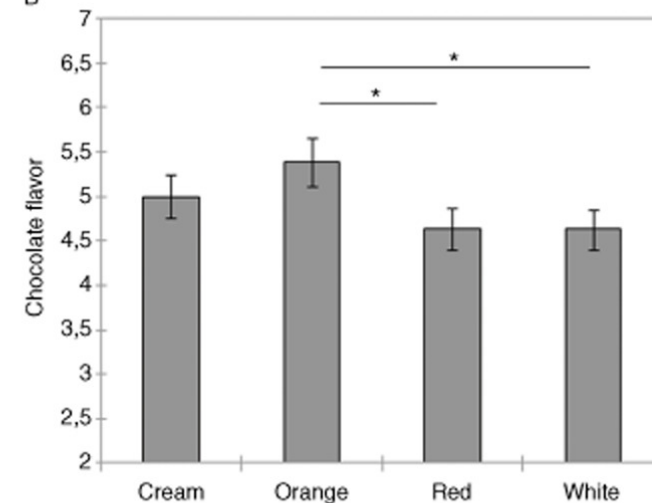
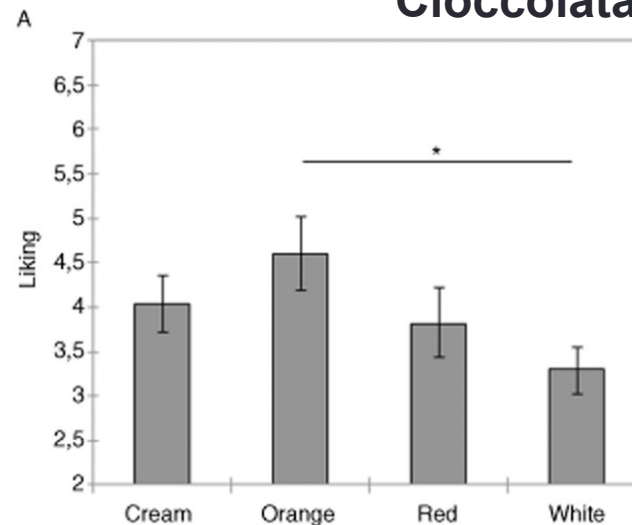
Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

Interazioni con sapori specifici possono essere **imprevedibili**

→ *Apprezzamento e intensità del sapore* (ma non *dolcezza*) di una **cioccolata calda** vengono massimizzati da una **tazza arancione** rispetto a una color **crema, bianca o rossa**

Piqueras-Fiszman, B., and Spence, C. (2012a)

Cioccolata calda in tazza...



Influenza dei colori sulla percezione dei sapori

Il colore del contenitore/packaging può attivare aspettative fino a influenzare il sapore ... **anche per semplice abitudine**

es. nel 2011 linea di lattine bianche Coca Cola distribuite per Natale fallisce – per vari motivi: oltre che confusione con *diet coke*, anche lamentele dei clienti sul «sapore anomalo»



<https://www.wsj.com/articles/SB10001424052970204012004577070521211375302>

<https://www.youtube.com/watch?v=fsFf2IMdmoA>

Influenza della forma sulla percezione dei sapori

Su quale piatto è più appropriato presentare un dolce?

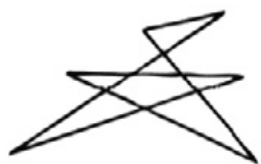


Anzitutto vediamo quali sono le associazioni «sinestesiche» tra forme e sapori

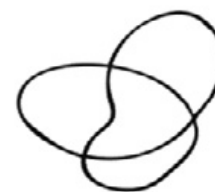
Associazione forma-sapore

Cioccolato amaro Cioccolato al latte	Tè nero Tè bianco
Succo di frutta Coca cola	Miele Sale
Succo di albicocca Succo di mela	Zucchero Pepe

Forme spigolose



*Quali sensazioni associamo
alle due forme?*



Forme tondeggianti

Review by Velasco et al., (2016)

Associazione forma-sapore

Tendenze universali

Sapori più aspri, secchi /
astringenti, intensi, pungenti,
frizzanti, trigeminali / chemestesici,
salati, amari, umami

Sapori più dolci,
«scioglievolezza»,
cremosità

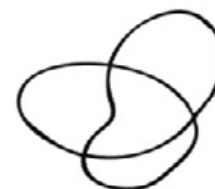
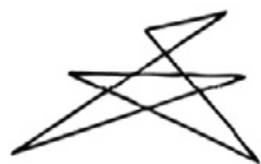
Sapori più intensi

Sapori meno intensi

Es. cioccolato fondente 99%

Es. cioccolato al latte o bianco

Forme spigolose



Forme tondeggianti

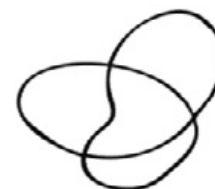
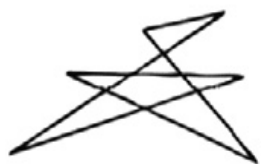
Review by Velasco et al., (2016)

Associazione forma-sapore

Queste associazioni sono in realtà ... QUASI universali: **valgono in media per i partecipanti Occidentali** di qualsiasi paese e in gran parte del mondo ma ... ad esempio, la tribù Himba della Namibia (Africa) associa forme TONDE a sapore amaro: assaggio di cioccolato a 30%, 70%, 90%

ATTENZIONE: ovunque c'è variabilità tra persone (10-20% *non* mostra associazione dolce-curvo, e 10-15% *non* mostra associazione dolce-simmetrico;
Chuquichambi et al., 2024)

Forme spigolose



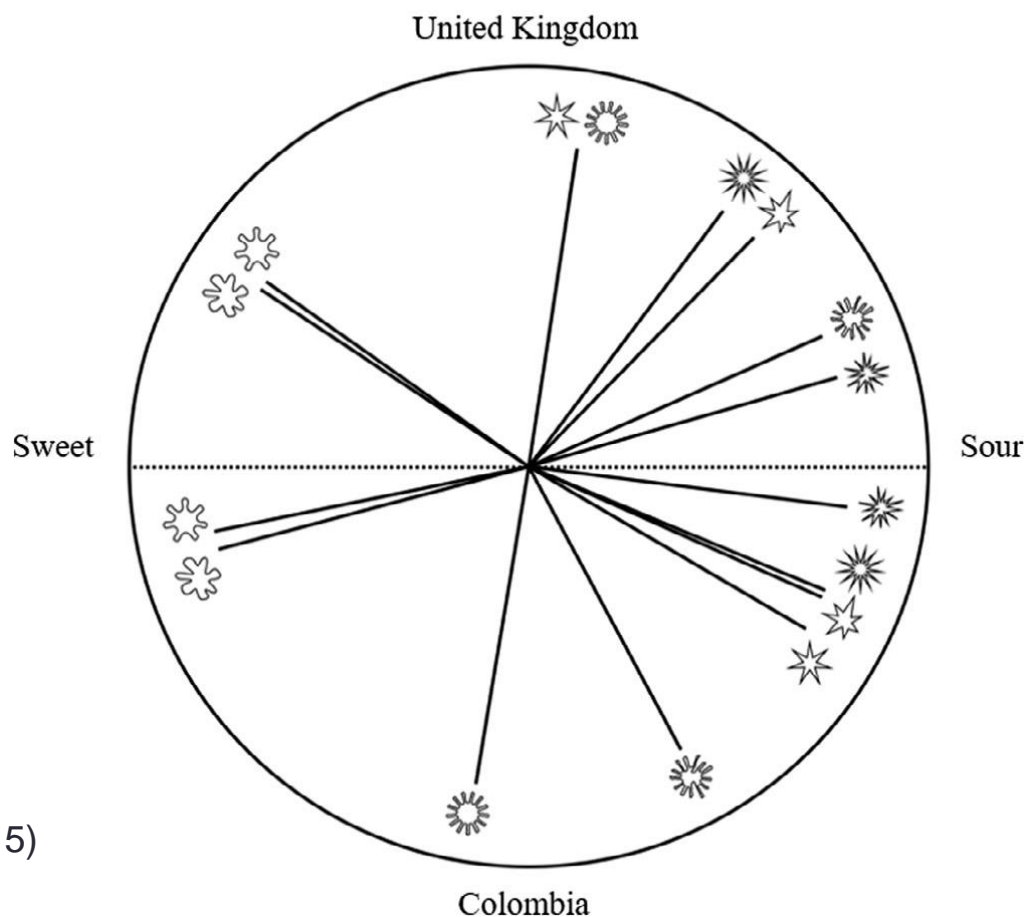
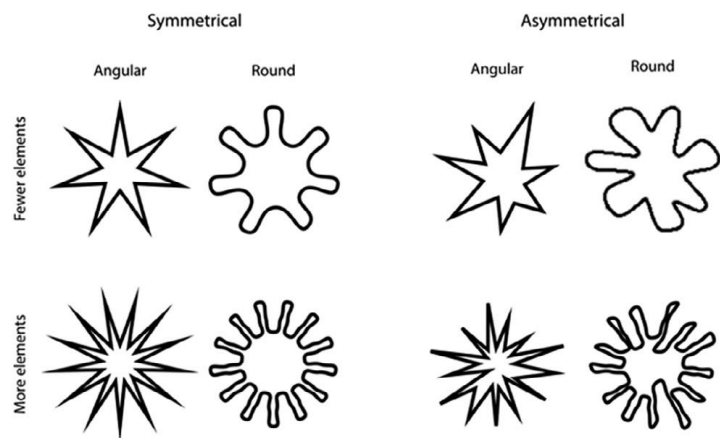
Forme tondeggianti

Review by Velasco et al., (2016)

Associazione forma-sapore

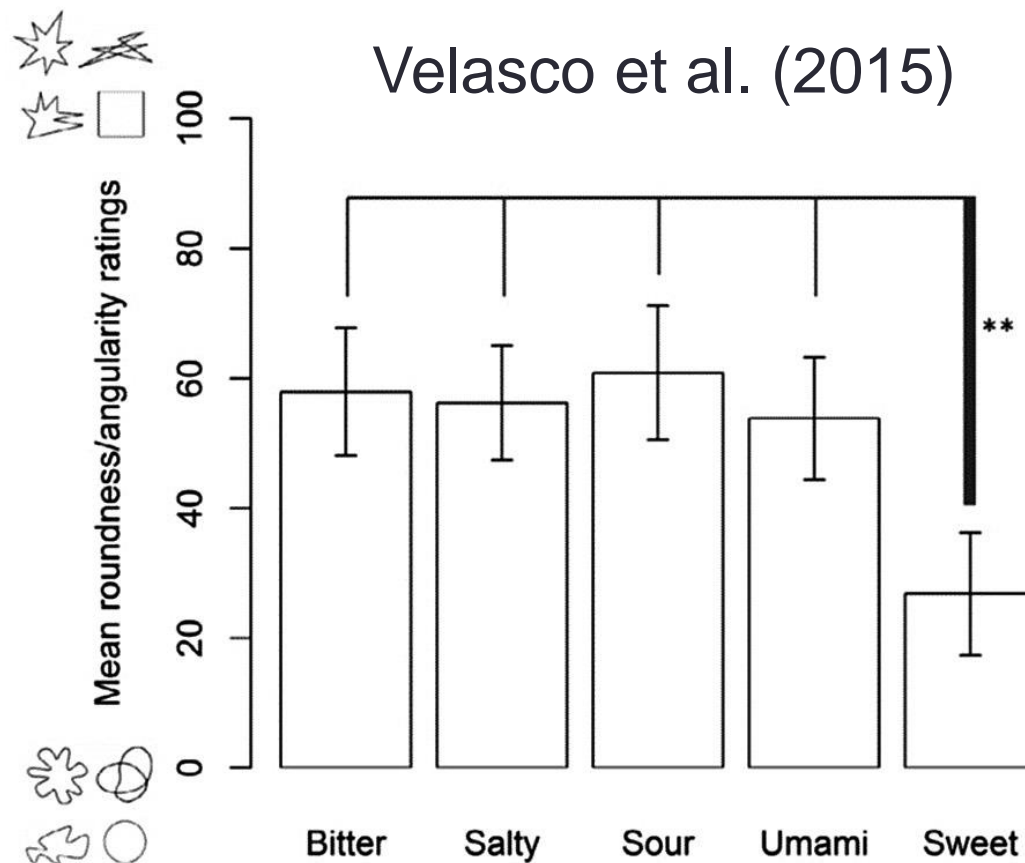
Altro esempio cross-culturale: partecipanti UK e colombiani presentano qualche differenza nell'associare varie forme a dolce / aspro ...

Ma sono largamente concordi



Salgado-Montejo et al. (2015)

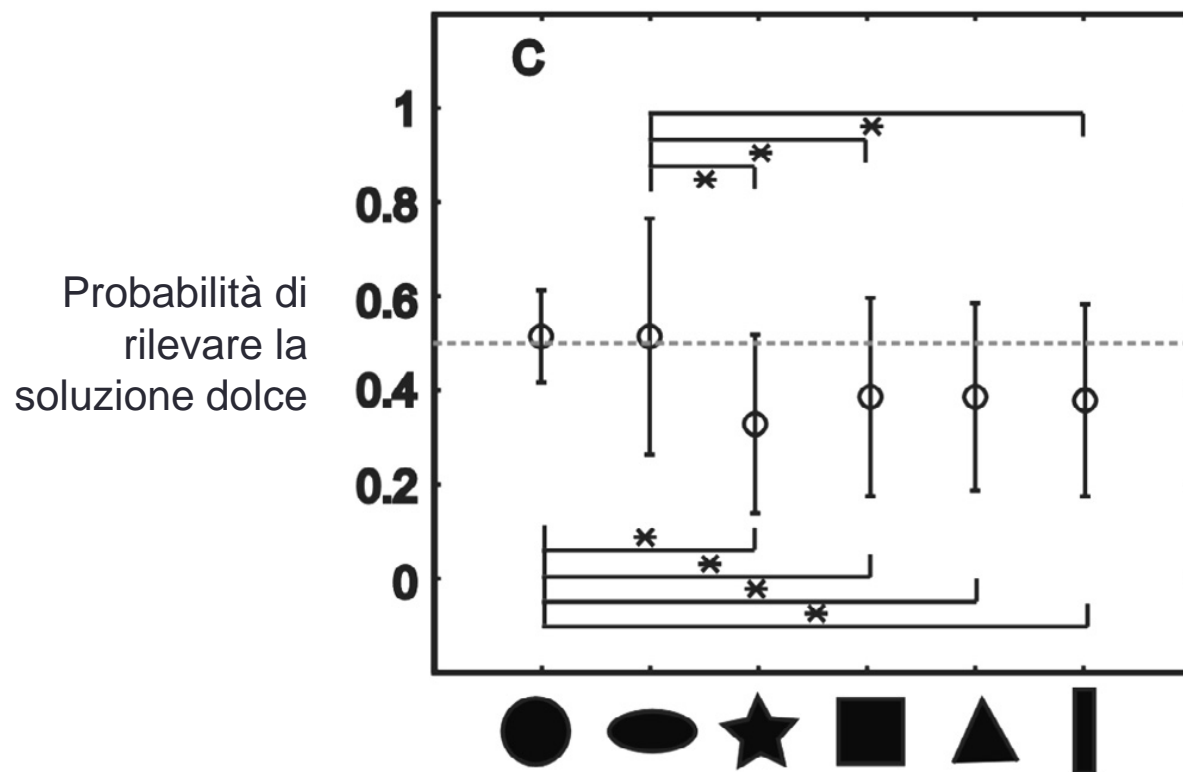
Associazione forma-sapore



il dolce è più decisamente associato a forme rotonde; le altre sono tutte maggiormente associate a forme spigolose (in particolare l'acido)

Associazione forma-sapore

Vedere forme tondeggianti vs angolari sullo schermo modifica la soglia gustativa assoluta per il dolce (Liang et al., 2013) (un po' come il gusto dolce migliorava la sensibilità per l'odore della benzaldeide/mandorla)



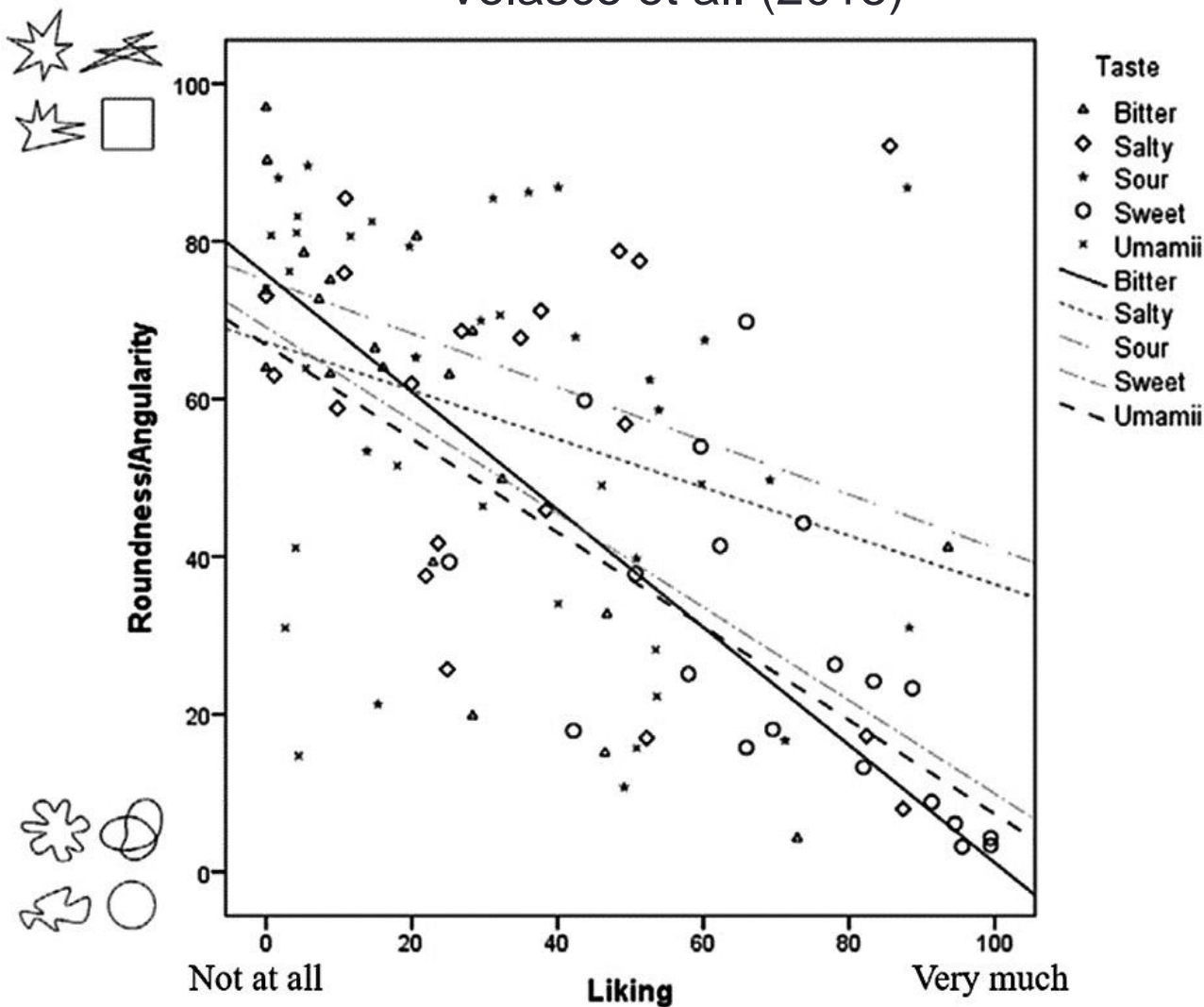
Associazione forma-sapore

Ma perché queste associazioni sono così preponderanti?

- Mix sensazioni tattili / trigeminali potrebbe spiegare piccola parte dell'effetto: es. sapori pungenti (appuntiti) vs cremosità / scioglievolezza (morbidezza)
- Associazione edonica potrebbe spiegare altra parte dell'effetto: forme «arrotondate» ci piacciono mediamente più di quelle «spigolose» ... e quindi le associamo al dolce, che mediamente ci piace più di altri sapori

Associazione forma-sapore

Velasco et al. (2015)

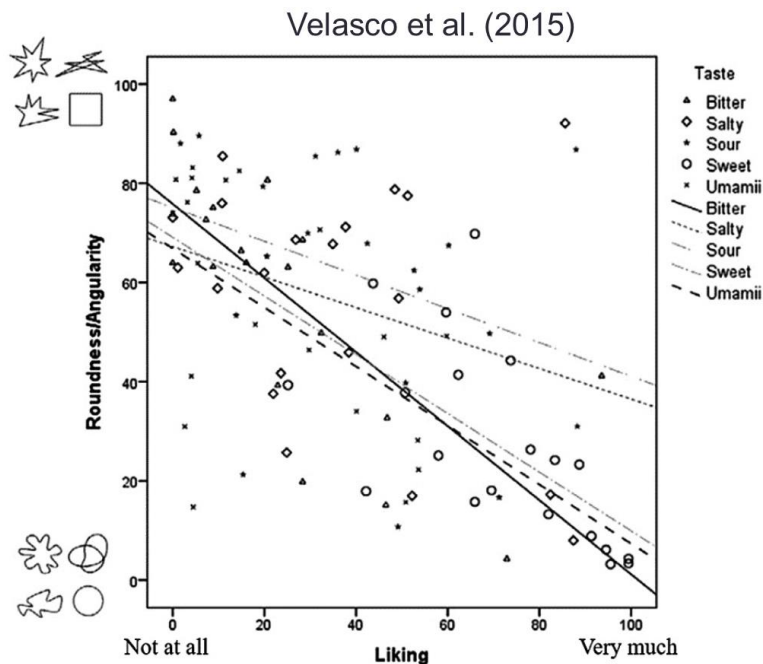


Assaggio di soluzioni in
acqua con vari gusti:
zucchero, sale, acido
citrico, caffeina,
glutammato

Rating sia su scala
rotondità-angolarità
che piacevole-
spiacevole

→ Quanto più il singolo
individuo apprezza in
singolo gusto/stimolo
(fosse perfino amaro),
tanto più tende ad
associarlo a forme
tondeggianti

Associazione forma-sapore



Visto così, il *liking* potrebbe spiegare quasi totalmente l'effetto

→ Le **slope** sono simili (ma un po' meno effetto per salato e aspro): a parità di «*liking*», c'è circa la stessa «*rotondità*» (indipendentemente dal gusto)

Alla fine il dolce è «molto tondo» perché piace un po' a tutti (?)

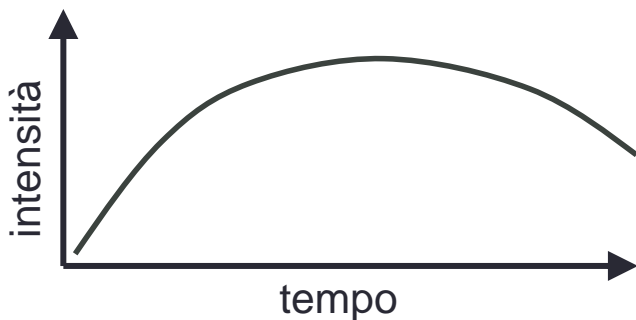
Nei «sapori reali» (non gusti isolati) possono comunque aggiungersi altri effetti:

- Sensazioni **trigeminali** (pure gradite) → angolarità
- **Intensità**: gusti «intensi» (di qualsiasi tipo, anche dolce) → maggiore angolarità (e.g., Collier, 1996)

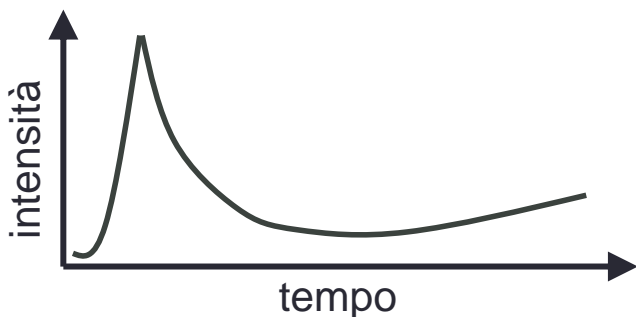
Associazione forma-sapore

Spence (2023): L'associazione forma-sapore (in questo caso solo *gusto*) potrebbe rappresentare *“un tentativo metaforico di tradurre lo sviluppo temporale delle qualità gustative secondo un'analogia spaziale”*

Sviluppo intensità del **dolce**



Sviluppo intensità dell'**acido**



Schema
dell'evoluzione
temporale e
affettiva dei
gusti di base
(Obrist et al., 2014)

SWEET

SOUR

SALTY

BITTER

UMAMI

Associazione forma-sapore

Altra evidenza che nei «sapori reali» (complessi) forme tonde/angolari **non** sono solo funzione del *liking*: il marketing usa queste associazioni cross-modali oculatamente (e al tempo stesso ci abitua a esse) veicolando aspettative

Acidulo
Frizzante



Dolce
Un po' cremoso
Fermo

Associazione forma-sapore

Simili aspettative emergono in esperimenti controllati
es.: *Immagina che questi siano packaging di bevande.*
Quanto ti aspetti che il prodotto all'interno sia acidulo
oppure dolce?

(Velasco et al., 2014)



Associazione forma-sapore

Quali aspettative vi inducono i seguenti packaging? Quale vi indurrebbe di più all'acquisto?

Caso interessante: lo yogurt al limone è abbastanza dolce ... ma il «buono» del limone è dato dalle sue note un po' aspre e amarognole



Associazione forma-sapore

Becker et al. (2011) purtroppo non sono stati del tutto analitici nell'esaminare le varie dimensioni

Tuttavia hanno trovato che, almeno nei partecipanti più sensibili al design visivo (es. «*mi piace guardare il design del prodotto*»), il sapore giudicato all'assaggio è **più intenso** (*bitter + sharp + [not] mild*) con **packaging angolari**

I packaging angolari sono inoltre stimati come più costosi

E la saturazione? Meglio che sia bassa! → Maggiore stima del prezzo (Troppa saturazione = prodotto dozzinale? Questo potrebbe spiegare anche la mancata associazione saturazione-intensità sapore)

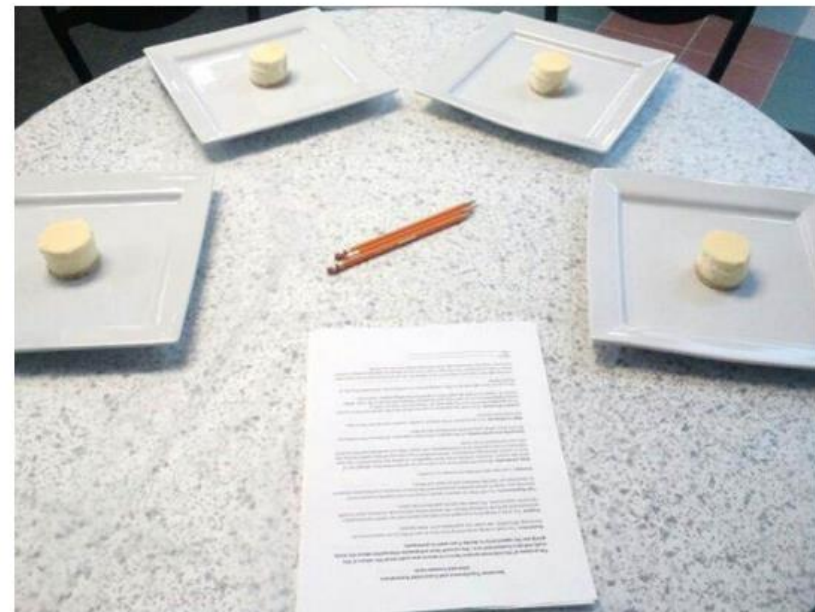
cf. Babin et al. (2003) su come i clienti associano colori, saturazione e intensità a *discount* (arancio, intenso, saturo) vs *prestige* (blue, tenue) *store*



Influenza della forma sulla percezione dei sapori

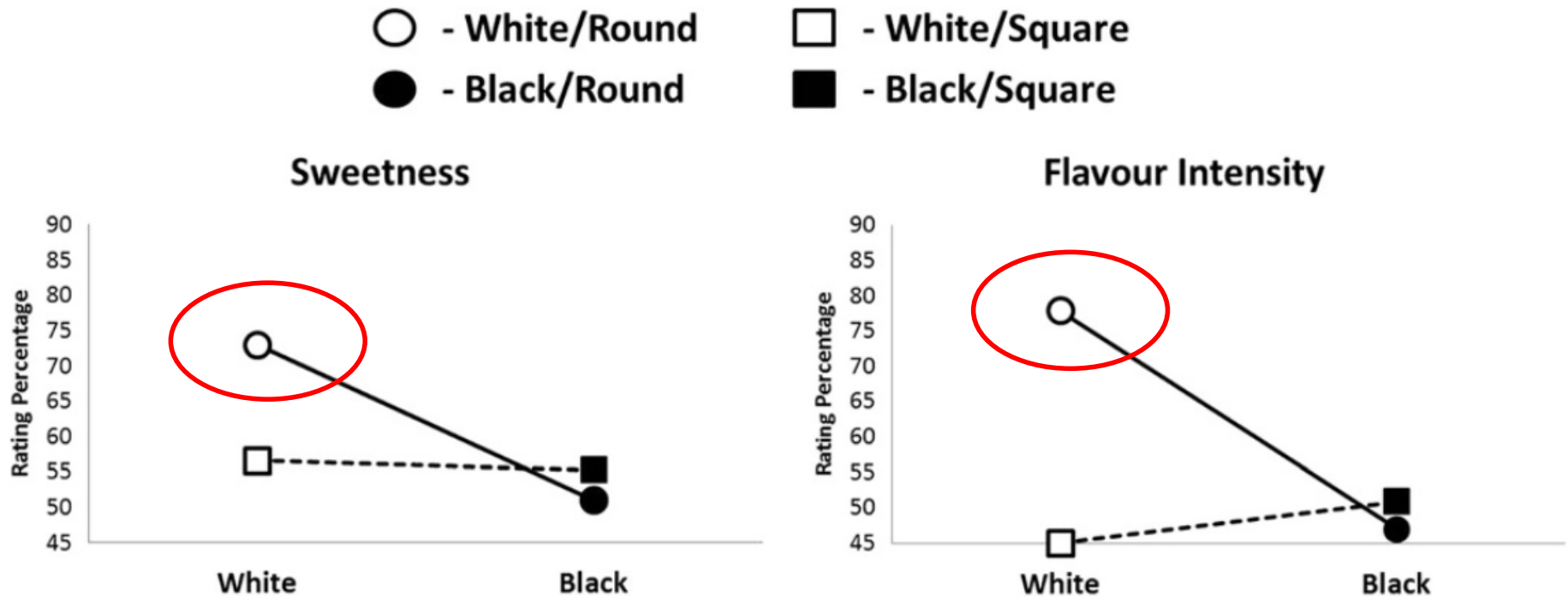
Torniamo ai piatti della domanda iniziale.

Su quale presentereste una cheesecake? (Stewart & Goss, 2013)



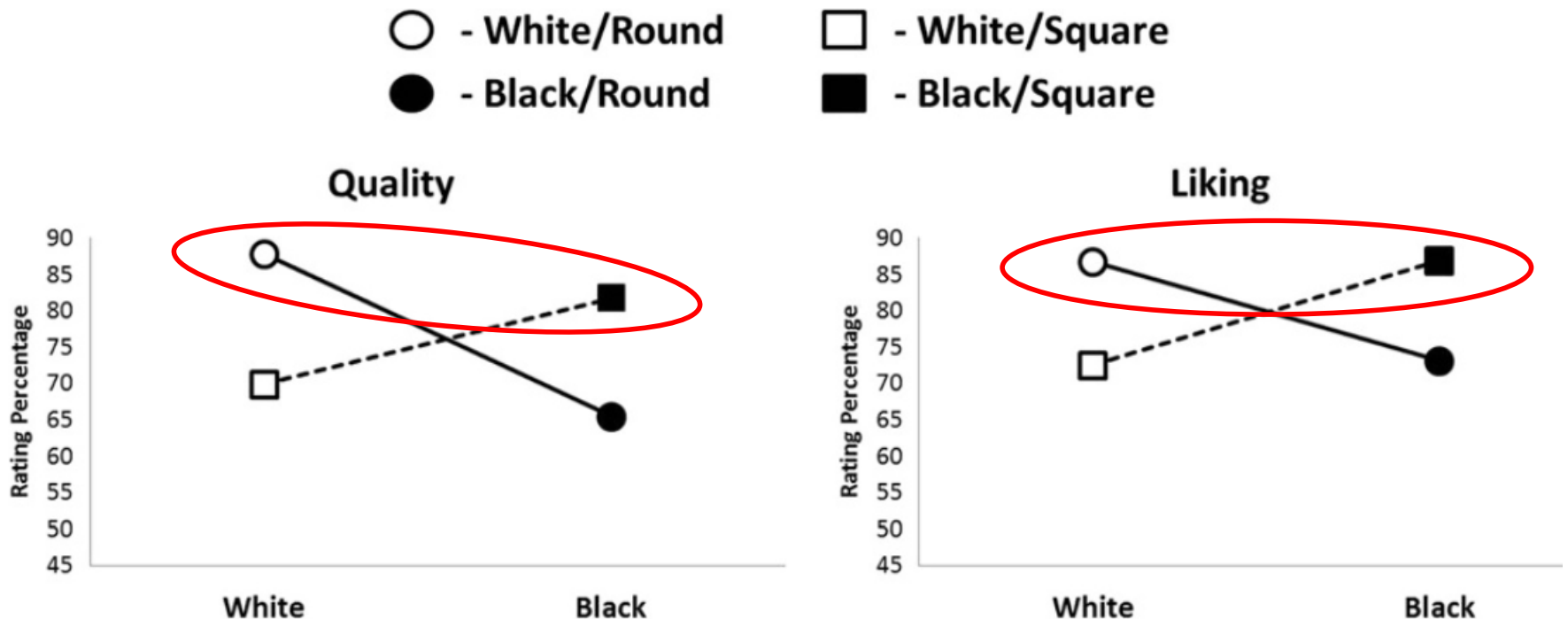
Influenza della forma sulla percezione dei sapori

Rotondità esalta dolcezza e intensità percepita di una cheesecake (*between participant*) (Stewart & Goss, 2013)



Influenza della forma sulla percezione dei sapori

Tuttavia... piatti quadrati neri sono associati a percezione di qualità (eleganza?) + piacevolezza generale



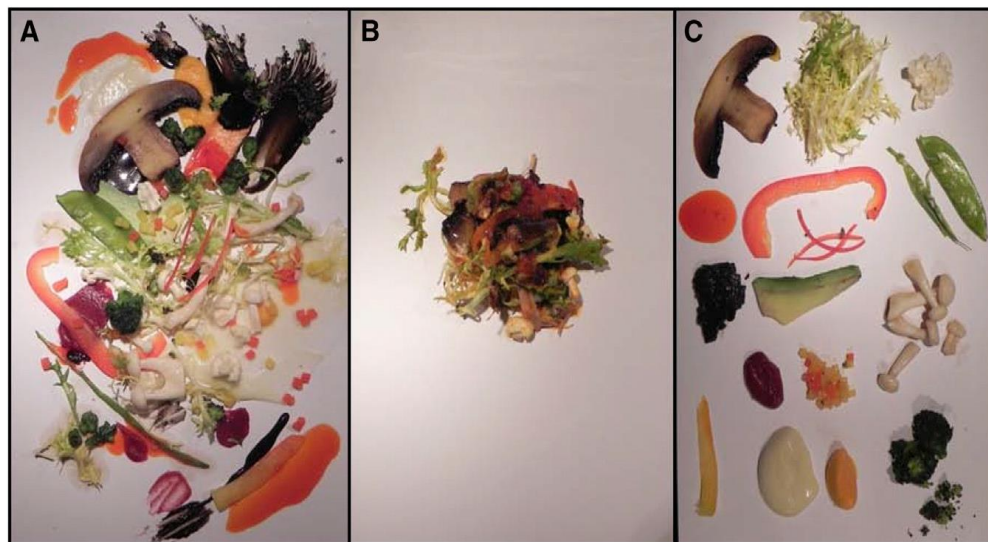
Piatto bianco → Meglio tondo
Piatto nero → Meglio quadrato

Ipotesi: piatto bianco+tondo ottimizza coerenza col dolce ... ma d'altro canto è percepito come banale?

Altri aspetti visivi: estetica dell'impiaattamento

La stessa insalata è giudicata più *buona*, più *saporita*, e di maggior *valore* se presentata come un quadro di Kandinsky

(e.g., Michel et al., 2015; Spence e Piqueras-Fiszman, 2014; Zellner et al., 2014; creazione dello chef franco-colombiano Charles Michel)



Impiattamento
artistico

Impiattamento
classico insalata
mista

Impiattamento
complesso ma non
artistico



Quadro numero 201



Influenza uditiva sulla percezione dei sapori

L'udito è il senso più «dimenticato» quando si parla di sapori (consumatori ed esperti lo collocano all'ultimo posto nel contributo al sapore; Spence, 2015)

Eppure è associato all'esperienza gastronomica in diversi modi e circostanze. *Quali?*

Cue intrinseci

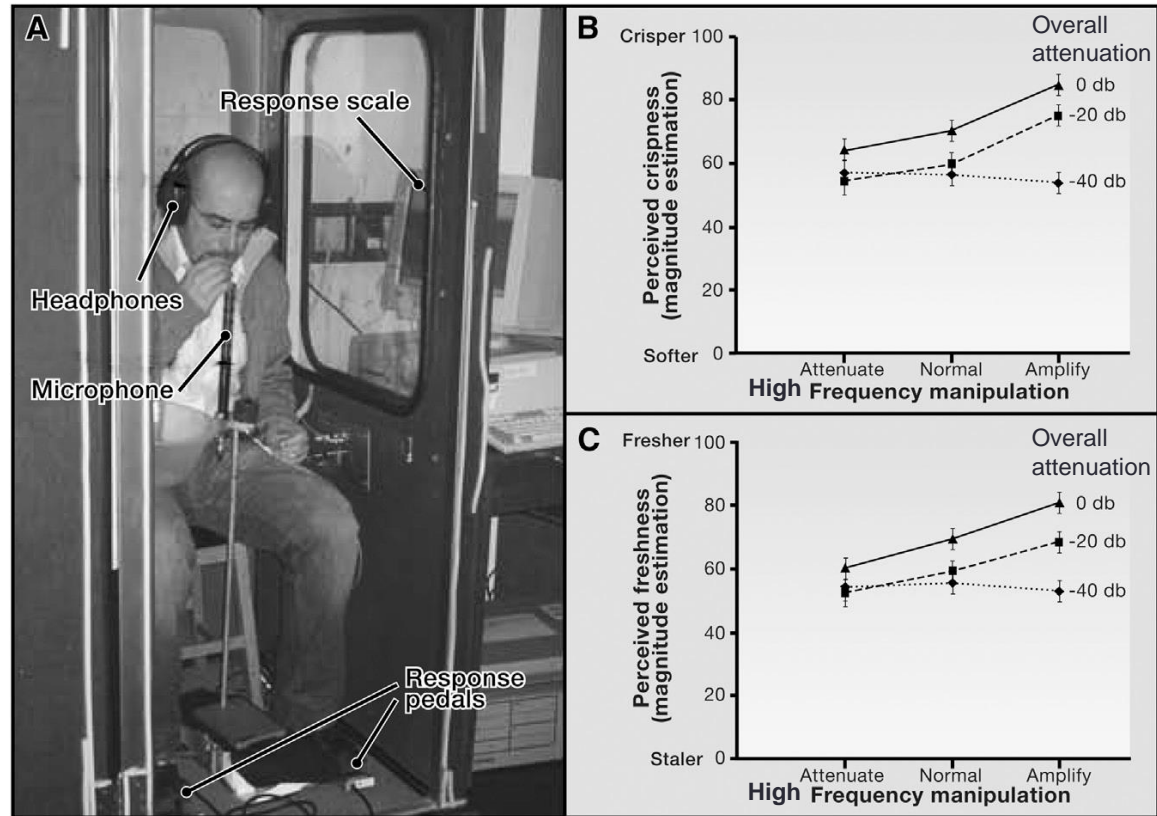
- Croccantezza (es. patatine, grissini, verdura cruda)
- Frizzante (es. prosecco, soft drink)
- Sfrigolio (es. fritti o alcune cotture in preparazione)
- Packaging

Cue estrinseci: Rumore ambientale, musica

I cue uditivi contribuiscono essi stessi al sapore?

Influenza uditiva sulla percezione dei sapori

Zampini e Spence (2004): giudizi croccante-molle vs fresco-stantio su patatine fritte peggiorati (-15% del giudizio) da attenuazione del rumore in cuffia, o migliorati se vengono amplificate selettivamente le alte frequenze



→ Premio IG Nobel 2008 per Nutrizione

Ig Nobel



→ Effetto analogo e replicato sulle mele (Demattè et al., 2014)

Influenza uditiva sulla percezione *tattile*

Analogia con illusione tattile «*parchment skin illusion*» (altro esempio di interazione cross-modale) → partecipanti si strofinano le mani e ne ascoltano il suono in cuffia: filtrando specifiche componenti acute vs gravi dello spettro sonoro inducono i partecipanti a «sentire» le proprie mani secche oppure bagnate/sudaticce (es. Guest et al., 2002; Jousmaki and Hari, 1998)



Influenza uditiva sulla percezione dei sapori

Un'importante serie di effetti è legata ai suoni estrinseci:

- Rumore ambientale («inquinamento sonoro») ha effetto distraente in generale, ma interagisce anche con la percezione del gusto
- Musica può avere implicazioni sapore-specifiche (es. etnica), abbinarsi a certi gusti (es. «dolce» o «amara») o a certi vini
- Strumenti musicali diversi si addicono a gusti diversi (es. piano per il dolce, ottoni per l'amaro)

→ *Dedicheremo il prossimo argomento a queste interazioni*

Influenze cognitive sulla percezione dei sapori

Aspetti **cognitivi superiori** → es. ruolo *linguaggio*, *conoscenza*, *interpretazione*, *aspettative* (veicolati da descrizione prodotto, etichetta, pubblicità, descrizione da altri, contesto, ecc.)

Es. LINGUAGGIO → ascoltare parole associate al gusto (es. sale, miele, limone) produce attivazioni della corteccia gustativa simili a quelle dell'esperienza sensoriale (Barros-Loscertales et al., 2012)

Il **linguaggio** modifica anche la percezione stessa del sapore?

- L'etichetta verbale facilita categorizzazione, che incide sulla percezione (stimoli diversi, stesso percetto)
- Un odore non riconosciuto verbalmente vs uno riconosciuto con etichetta verbale hanno qualità soggettivamente diverse (es. «cuoio»; cf. illusioni olfattive)
- Interpretazione / etichetta modifica potentemente risposta edonica all'odorante (es. «formaggio» vs «calzini sudati», attivando anche aree diverse del cervello in risposta a odore *acido isovalerico*; Spence, 2015)

Influenze cognitive sulla percezione dei sapori

Yeomans et al. (2008) – Il linguaggio genera forti aspettative sui sapori che, se confermate, possono essere accettabili/gradevoli, ma se nettamente disconfermate possono portare a repulsione

Questo è ***Gelato Salato al Salmone Affumicato*** →

È buono?!

Se lo assaggiate può non essere male: a qualcuno può piacere ... purché vi venga detto prima!

Se vi aspettate qualcosa di diverso, però, potrebbe disgustarvi...



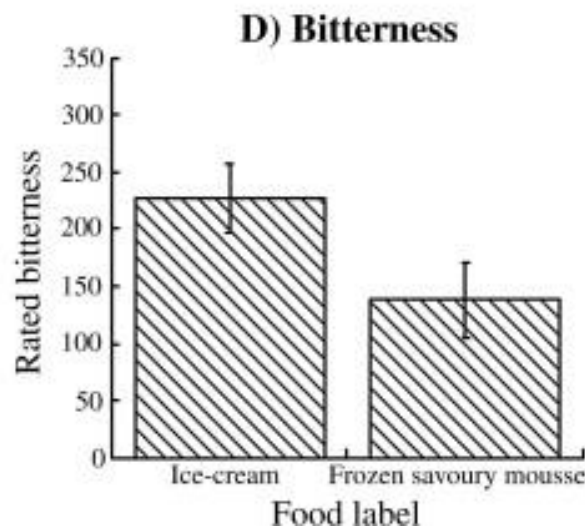
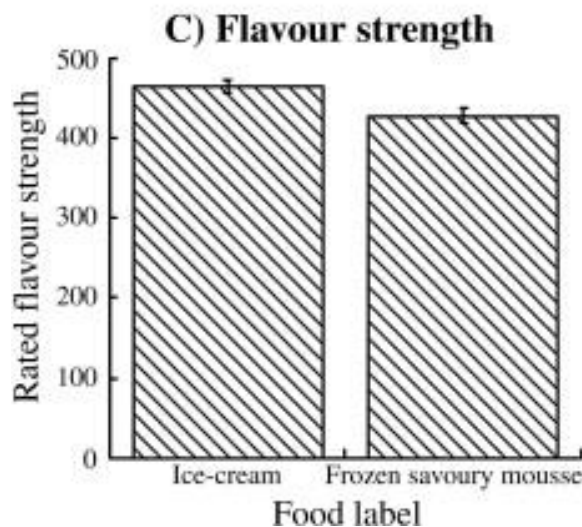
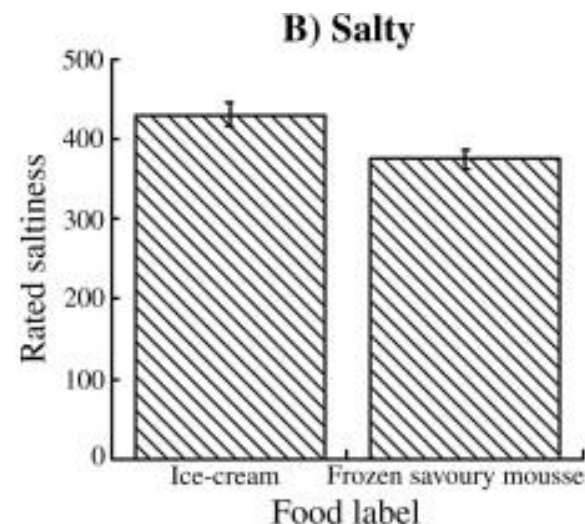
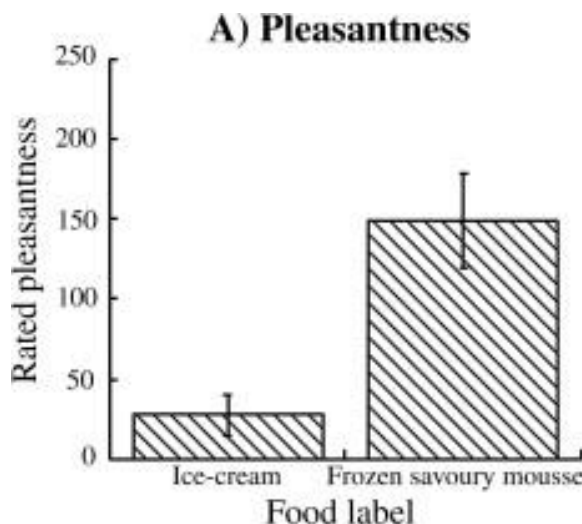
Influenze cognitive sulla percezione dei sapori

Yeomans et al. (2008)

La sola etichetta «*Gelato*» genera, all'assaggio, repulsione (bassissima piacevolezza), e più forti sensazioni di salato, di intensità del sapore e di amaro, rispetto alla più accurata etichetta «*Mousse ghiacciata saporita*»

(esperimento 1)

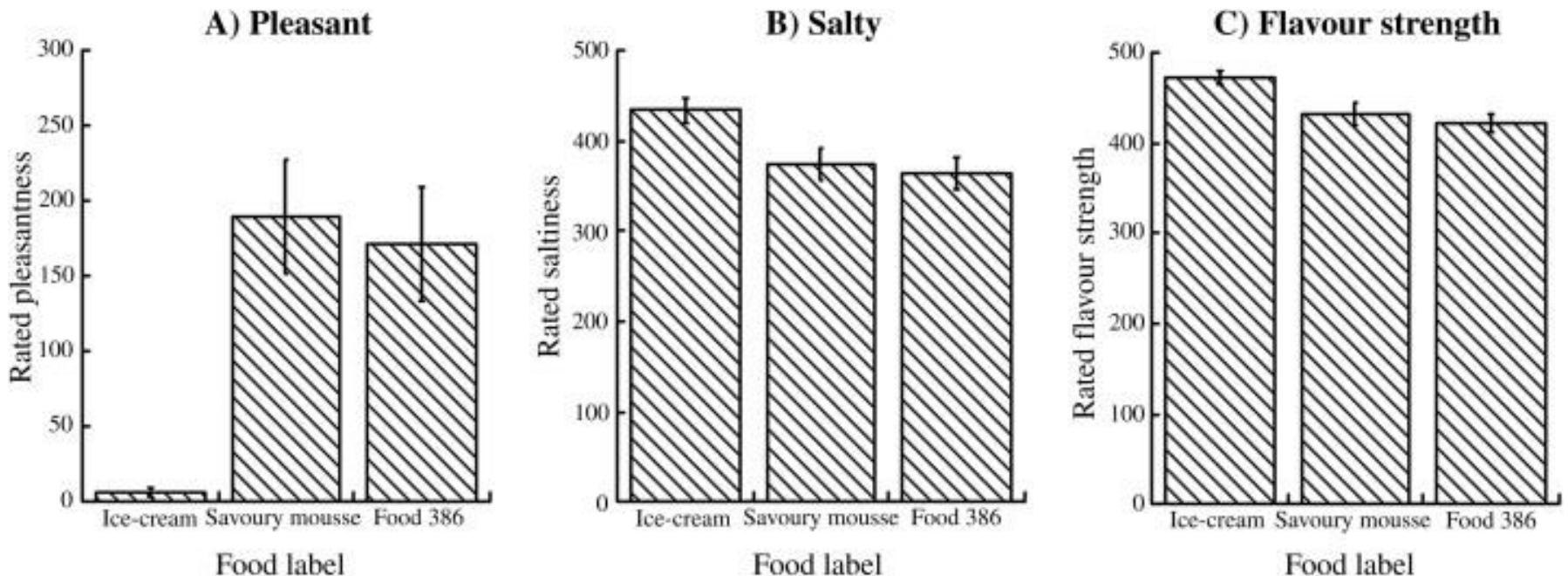
Qual è il «vero» sapore?
Che caratteristiche ha davvero questo alimento all'assaggio?



Influenze cognitive sulla percezione dei sapori

Yeomans et al. (2008)

Tutto sommato, anche un'etichetta un po' indecifrabile: «*Cibo 386*», può andare bene (esperimento 2)...



L'importante è non fuorviare: etichetta «gelato» genera forte aspettativa di *dolce* e *fruttato*; «savoury mousse» di *salato* e *sapido*; «food 386» di *cremoso* e *dolce-amaro* (esperimento 3)