

I SENSI E I CANALI IONICI

I SENSI

SENSIBILITÀ GENERALE (recettori diffusi in tutto l'organismo)
Temperatura (Caldo e Freddo), Dolore, Pressione, Tatto, Vibrazioni.....

Propriocezione (posizione del corpo, contrazione dei muscoli, tensione dei tendini, distensione cavità interne.....)

SENSIBILITÀ SPECIFICA (recettori localizzati in organi specializzati)
Olfatto, Gusto, Udito, Equilibrio, Vista

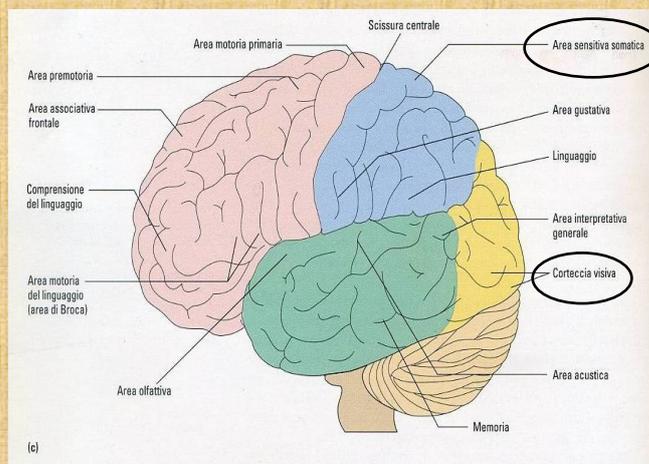
Olfatto e Gusto sono sensi chimici: cellule specializzate, presenti soprattutto nel naso e nella lingua, hanno sulla membrana delle **molecole proteiche**, i **RECETTORI**, capaci di legarsi specificamente a un segnale chimico come ad esempio una molecola odorosa o dotata di sapore.

Legandosi alla molecola segnale **il recettore subisce dei cambiamenti che modificano il comportamento della cellula** ed eventualmente dell'organismo.

Nel caso dell'olfatto ad esempio, una molecola odorosa si lega a un recettore delle cellule olfattorie del naso, che sono cellule nervose.

La risposta è un impulso nervoso che raggiunge il cervello.

Gli impulsi lungo le vie nervose giungono a specifiche aree del cervello. Le sensazioni tattili ad esempio o dolorifiche giungono alla corteccia sensitiva primaria, mentre quelle dalla retina raggiungono la corteccia visiva.



Tutti gli organismi, **procarioti ed eucarioti unicellulari o pluricellulari**, sono dotati di sensi chimici



Un protozoo come il paramecio è attratto da fonti di cibo e sfugge da ambienti nocivi

Il paramecio nuota grazie alla presenza di centinaia di ciglia mobili presenti su tutta la superficie cellulare.

Le ciglia funzionano come dei remi: il loro movimento può essere accelerato, per far spostare il protozoo più velocemente, o invertito per farlo retrocedere.

Segnali chimici provenienti da una fonte di cibo agiscono su recettori presenti sulla membrana.

I recettori attivati determina la apertura di canali ionici e questo permette il passaggio di **ioni** che stimolano il movimento delle ciglia.

Il protozoo accelera in direzione del cibo

Segnali chimici provenienti da fonti nocive attivano altri recettori che permetteranno il passaggio di altri ioni che invece invertono il movimento delle ciglia:

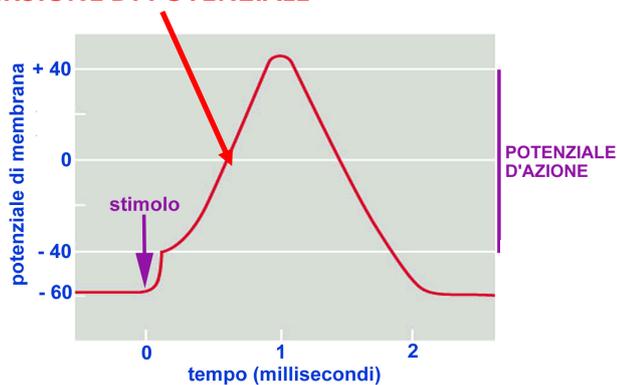
Il protozoo arretra e si allontana dal pericolo

L'idra, un celenterato parente delle meduse e dei coralli, riconosce le prede grazie a un senso chimico che permette di valutare la presenza di sostanze nutrienti



IL POTENZIALE D'AZIONE E I CANALI DEL SODIO

INVERSIONE DI POTENZIALE



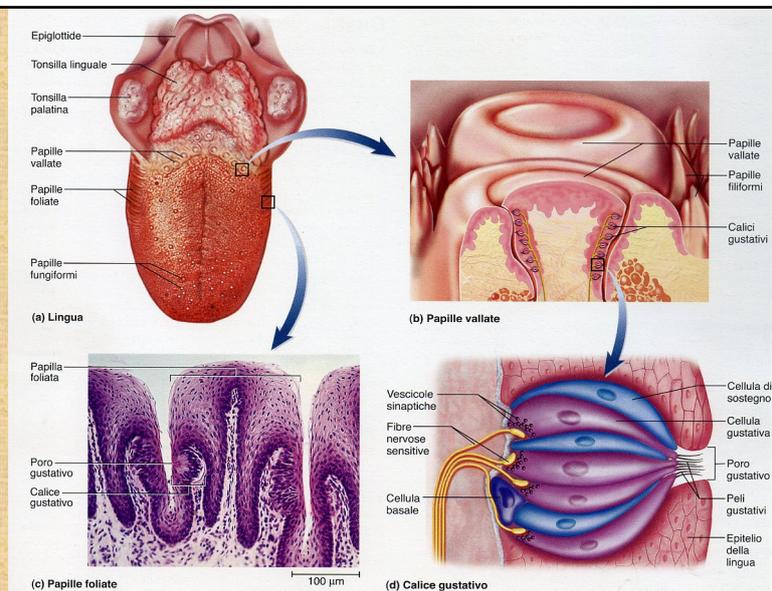
Uno stimolo, ad esempio una molecola odorosa, provoca la apertura dei canali per il sodio e genera un potenziale di azione, cioè un impulso nervoso.

Nel caso dell'olfatto ad esempio, una molecola odorosa si lega a un recettore delle cellule olfattorie del naso, che sono cellule nervose. La risposta è un impulso nervoso che raggiunge il cervello.

IL GUSTO E L'OLFATTO: SENSI CHIMICI

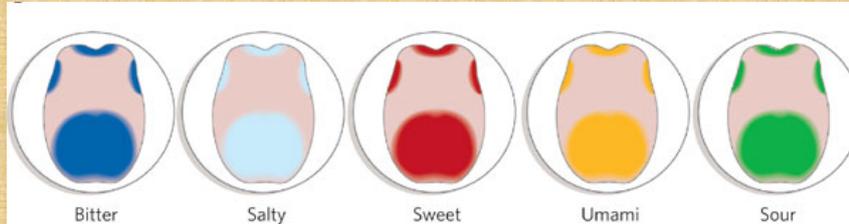
Al contrario dell' olfatto, che come vedremo ci permette di distinguere innumerevoli odori diversi, il senso del GUSTO distingue soltanto 5 (o 6 o forse 7) sapori diversi: Dolce, Amaro, Aspro (acido), Salato, Umami ("saporito" in giapponese, è il gusto del glutammato, tipico componente dei dadi per fare il brodo, particolarmente presente in cibi ricchi di proteine come carni e formaggi.) Studi recenti suggeriscono la presenza di un sesto sapore, legato ai grassi (oleogusto) e forse di un settimo, legato ad alcune sostanze solforate

Ricordiamo però che le innumerevoli sensazioni evocate dai cibi sono soprattutto dovute ai loro odori (quando siamo raffreddati i cibi perdono gran parte del loro sapore).



Gli organi del gusto sono i calici gustativi, contenuti nelle papille della lingua

In molti libri è scritto che le diverse parti della lingua sono specializzate nella percezione di uno dei sapori: in realtà i recettori per i cinque sapori sono distribuiti allo stesso modo. Oltre sulla lingua, recettori gustativi sono presenti nel palato, nelle guance e nel velopendolo



Cosa avviene quando una sostanza dotata di sapore viene a contatto con la lingua?

La sostanza, ad esempio lo zucchero, si lega ad uno specifico recettore, cioè una particolare proteina presente sulla membrana di una cellula gustativa e determina la apertura di un canale ionico specifico, nel caso dello zucchero, per il sodio.

Quale sarà il risultato?

Concentrazioni ioniche intra- ed extracellulari

Concentrazioni espresse in mMoli/litro

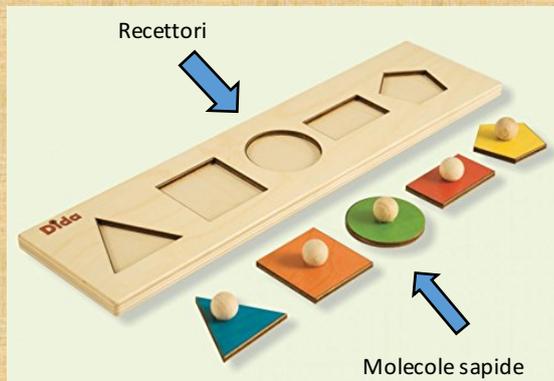
	Intracellulare	Extracellulare
Na ⁺	5 -15	145
K ⁺	140	5
Mg ⁺⁺	30	1-2
Ca ⁺⁺	0.0001	2-5
Cl ⁻	4	110
Anioni non permeabili	abbondanti	scarsi

Il lato interno della membrana è carico negativamente rispetto al lato esterno (circa 70-90 mV = POTENZIALE DI MEMBRANA A RIPOSO).

Aperto i canali per il sodio, questo ione fluisce rapidamente verso l'interno della cellula, spinto dal forte gradiente di concentrazione e dalla differenza di potenziale (negativo all'interno, attira lo ione Na⁺)

L'ingresso di cariche positive (Na⁺) altera il potenziale di membrana, fino ad invertirlo rendendo l'interno positivo rispetto all'esterno: POTENZIALE DI AZIONE:

Abbiamo generato un impulso nervoso!



Per essere un po' più precisi ricordiamo che esistono diversi sottotipi di recettori per ciascun sapore, ciascuno dotato di diversa specificità per alcune molecole. Quindi ad esempio non un solo tipo di recettore per l'amaro ma più tipi (forse una trentina per l'amaro, meno numerosi per gli altri sapori), ciascuno dei quali riconosce alcuni tipi di molecole amare.

Dobbiamo immaginare la nostra lingua come un mosaico di migliaia di recettori per i cinque sapori. Quando una molecola sapida si lega al corrispondente recettore "accende un interruttore" che invia un segnale nervoso al cervello

Come funziona in realtà il riconoscimento tra recettore e segnale chimico (da ora lo chiameremo **ligando**)?

Per rispondere a questa domanda dovremo capire come sono fatte le proteine

Il numero di recettori gustativi presenti nella lingua varia molto nei diversi animali (non quanti tipi diversi, ma quanti recettori in totale cioè la sensibilità)

Uomo ~ 10000
 Cane ~ 1700
 Gatto ~ 500
 Mucca ~ 25000 (soprattutto per l'amaro)
 Pesce gatto ~ 100000

La capacità di percepire i sapori è importante per la sopravvivenza: un cibo amaro può indicare una sostanza potenzialmente pericolosa (molte tossine vegetali sono amare). Un cibo dolce, come un frutto maturo, è nutriente per lo zucchero che contiene, un cibo giustamente salato ci rifornisce di elementi essenziali come il sodio, mentre troppo sale è dannoso.

Un erbivoro come la mucca deve poter percepire facilmente il sapore amaro di un'erba per scartarla, L'uomo, onnivoro, ha molti più recettori di un carnivoro come il gatto

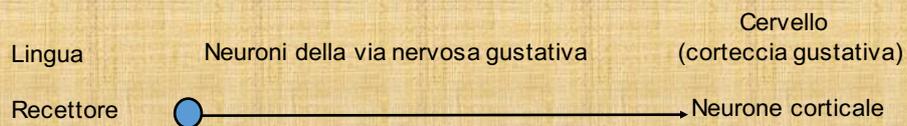


Il gatto, come altri carnivori, manca di recettori per il dolce (gli zuccheri non fanno parte della dieta di un carnivoro), ma hanno recettori che noi non abbiamo, come quelli per la molecola dell'ATP, presente nella carne.

Da pochi anni è stato dimostrato che i recettori gustativi non sono presenti soltanto in bocca, ma anche nell'intestino: quale potrà essere il significato funzionale?

Il contenuto dei nostri alimenti viene analizzato non soltanto durante la masticazione, per verificarne la commestibilità (amaro? Forse è velenoso, sputalo... dolce? Nutriente, inghiottilo....) ma anche durante la digestione, allo scopo di adeguare l'assorbimento intestinale e il nostro metabolismo ai cibi ingeriti.

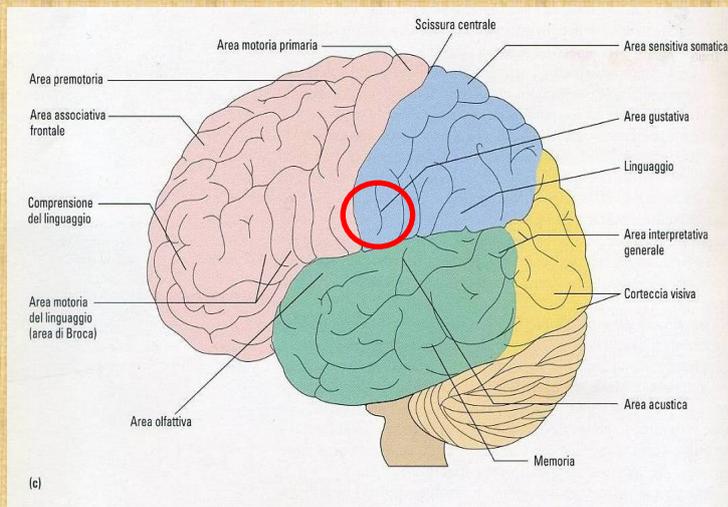
La cellula gustativa, stimolata dalla sostanza cui è sensibile (salata, dolce o di altro sapore), provoca la attivazione di una catena di cellule nervose (via gustativa) che porterà il segnale al cervello (area gustativa della corteccia cerebrale).



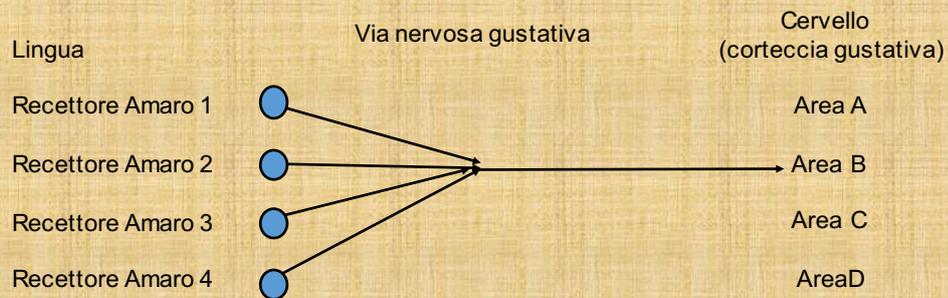
Il segnale che giunge al cervello è un impulso nervoso (segnale elettrico), identico per tutti i sapori (dolce, salato, amaro, acido o umami).

DOMANDA

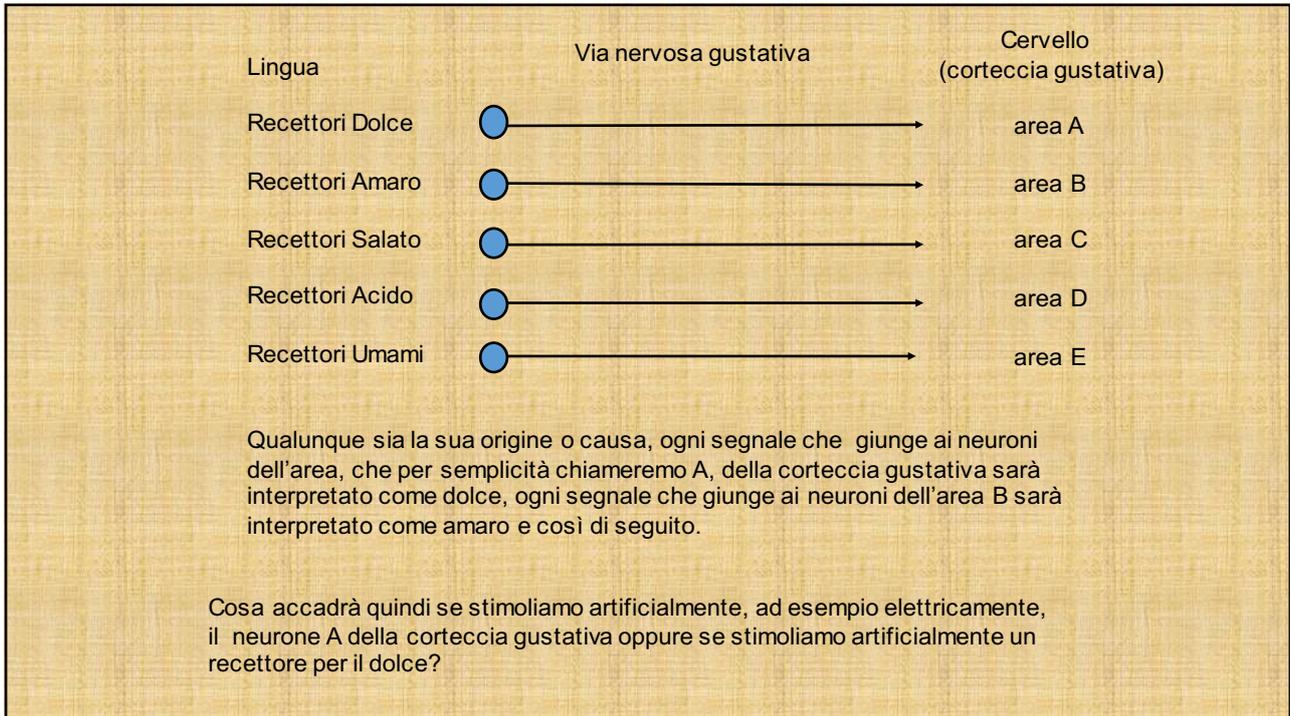
In base a che cosa il cervello distingue i diversi segnali e li interpreta correttamente?



L'interpretazione del segnale come dolce, amaro etc. dipende da quali neuroni dell'area gustativa verranno stimolati.
 Alcune combinazioni di sapori si potenziano a vicenda. Ad esempio l'oleogusto, di per se sgradevole, potenzia gli effetti dei recettori dolce e salato



Anche se esistono numerosi sottotipi diversi di recettori per l'amaro, ciascuno sensibile ad una determinata molecola, tutti i loro segnali convergono nella stessa area corticale, che li interpreta tutti come "amaro!", senza alcuna distinzione (inoltre la stessa cellula gustatoria per l'amaro contiene più tipi diversi di recettori, tutti per l'amaro)



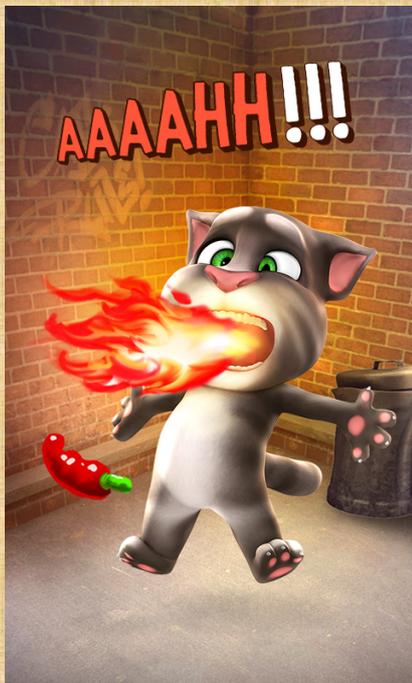
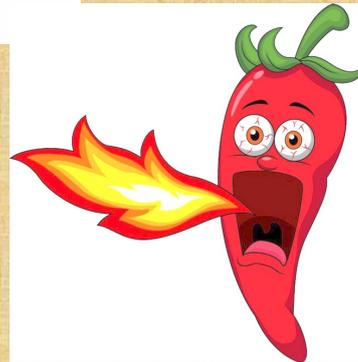
L'esperimento di stimolare artificialmente un neurone non è facilmente fattibile a livello casalingo, però abbiamo un ottimo esperimento naturale sulla stimolazione artificiale di un recettore

La nostra bocca non percepisce soltanto i sapori: è anche sensibile ad altri stimoli come ad esempio quelli tattili, dolorifici o termici (caldo e freddo).

Proviamo allora a pensare a un cibo condito con il peperoncino o col pepe: quale sensazione provate?



In italiano diciamo piccante, ma in inglese si usa spesso il termine HOT, rovente



La CAPSAICINA contenuta nei peperoncini (come anche la piperina presente nel pepe) stimola i recettori del caldo.

In nostro organismo è ingannato a tal punto che mette in atto i meccanismi di difesa contro le ustioni!

Spero per voi che non vi sia mai capitato di toccarvi gli occhi dopo aver maneggiato un peperoncino piccante.... Alcune varietà di peperoncino sono così potenti (ricche di Capsaicina) da provocare bruciore anche alle pelle.

Perché il peperoncino provoca bruciore alla bocca o agli occhi, ma solo eccezionalmente anche alla pelle? La pelle è molto sensibile al caldo e al freddo.

Chi soffre di emorroidi deve evitare il pepe e il peperoncino, perché?

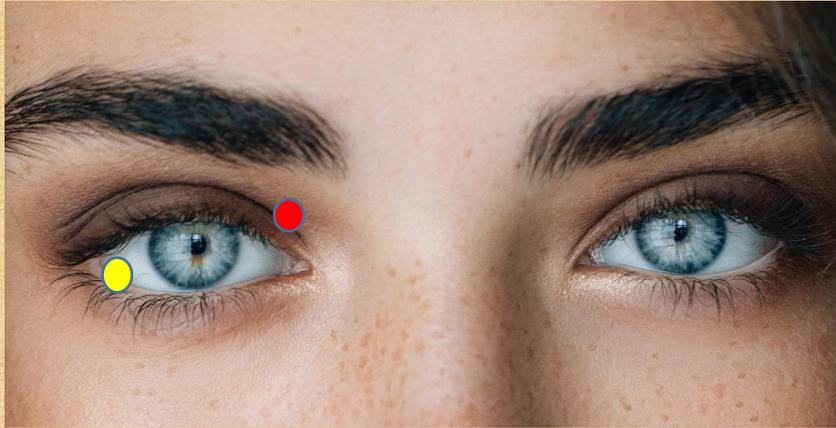
Il peperoncino stimolando i recettori per il caldo genera una sensazione di calore o di bruciore.

C'è qualche cibo o sostanza che suscita una sensazione di fresco (indipendentemente dalla sua temperatura) ?

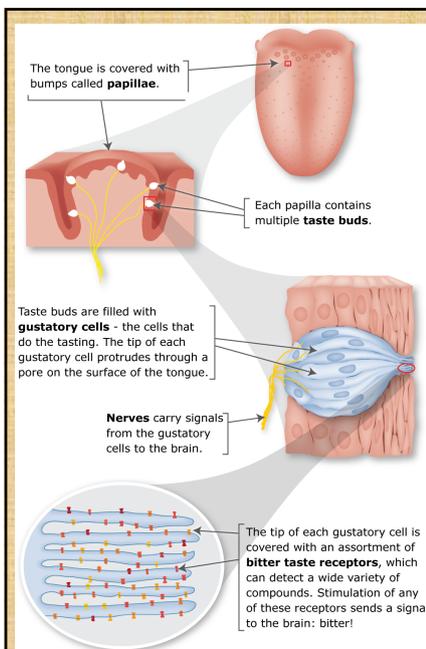


Il Mentolo stimola i recettori del freddo

Che succede se stimoliamo artificialmente un recettore?
Proviamo con l'occhio, premendo con un dito la palpebra superiore vicino al naso (tondo rosso)



Dovreste vedere un alone luminoso in corrispondenza della zona inferiore-esterna del campo visivo (tondo giallo) : perché? Anche per un pugno in un occhio spesso vediamo un bagliore.



Il fatto che esistano tanti tipi diversi di recettori per l'amaro, ciascuno codificato da un particolare gene (i recettori sono proteine, e ogni proteina è codificata da un gene, ha la conseguenza che non tutti percepiamo allo stesso modo alcune particolari sostanze amare. Il PTC (phenylthiocarbamide) ad esempio è percepito come molto amaro da alcuni individui, lievemente amaro da altri e insapore da altri ancora

Nel 1931, il chimico Arthur Fox stava versando del PTC in un recipiente quando un po' di polvere cadde e si sparse nell'aria. Subito i suoi colleghi si lamentarono del sapore amaro che sentivano in bocca, mentre Fox non sentiva nulla.

Fox fece allora assaggiare il PTC a suoi parenti ed amici e scoprì che la capacità di percepirne il sapore amaro era molto variabile: alcuni non lo sentivano affatto, altri solo leggermente ed altri ancora, la maggioranza, molto intensamente.

Gli individui più sensibili al PTC percepiscono fortemente anche il sapore di altre sostanze amare. Sono spesso non-fumatori e non amano i broccoli, dal momento che percepiscono come fortemente amari broccoli e fumo.

La sensibilità al PTC è ereditaria: la capacità di produrre il recettore per il PTC è portata **dall'informazione genetica**