

Curso temporal en la discriminación de la sonrisa: Medidas de latencia sacádica

Andrés Fernández-Martín* y Manuel Gutiérrez-Calvo

Universidad de La Laguna

Utilizando medidas de latencia sacádica de los ojos en una tarea de elección binaria, investigamos el curso temporal de la discriminación entre (a) caras alegres genuinas (boca sonriente y ojos alegres), (b) caras con expresiones no alegres (sin sonrisa ni ojos alegres), y (c) caras con expresiones mixtas (boca sonriente, pero ojos no alegres). El momento en el que los movimientos sacádicos correctos hacia la cara alegre genuina superan a los incorrectos hacia la cara distractora mixta o no alegre indica el inicio de la discriminación. Los resultados mostraron (a) discriminación temprana de las caras alegres respecto a las no alegres entre los 180 y los 240 ms; (b) ausencia de discriminación entre caras alegres y mixtas dentro de los primeros 600 ms en los que se producen los movimientos sacádicos; y (c) las diferencias mencionadas en discriminación están asociadas a la saliencia visual de la boca y de los ojos. Al ser la boca sonriente muy saliente, tanto en las caras alegres genuinas como en las mixtas, probablemente ensombrece la expresión de los ojos, dificultando así la discriminación entre las sonrisas genuinas y las falsas.

La sonrisa es un poderoso instrumento de comunicación e influencia personal y social. Con ella podemos transmitir afecto positivo y elevar el ánimo de quienes nos rodean. Ahora bien, la sonrisa también puede servir muy eficazmente para fingir y para ocultar motivaciones y estados emocionales negativos. Morfológicamente, la sonrisa parece un gesto simple que se expresa y se reconoce universalmente (Izard, 1971; Russell, 1994) estirando las comisuras de los labios hacia atrás y hacia arriba, con elevación de los carrillos y, generalmente, exposición parcial de los dientes

* La investigación referida en este artículo ha sido subvencionada por el Ministerio de Ciencia e Innovación al Proyecto de Investigación PSI2009-07245, así como por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (Proyecto NEUROCOG) y por los Fondos FEDER. Agradecemos a Lauri Nummenmaa el cómputo de la saliencia visual de las caras utilizadas en el presente estudio. Dirección para correspondencia: Andrés Fernández-Martín. Departamento de Psicología Cognitiva. Campus de Guajara s/n. 38205 Tenerife, España. E-mails: (Andrés Fernández-Martín): afdez@ull.es, (Manuel Gutiérrez-Calvo): mgcalvo@ull.es

superiores (Ekman y Friesen, 1978). Dicha aparente simplicidad esconde, sin embargo, una enorme complejidad, variedad y multiplicidad de funciones (Ambadar, Cohn, y Reed, 2009; Niedenthal, Mermillod, Maringer, y Hess, 2010). De hecho, Paul Ekman (2001), uno de los pioneros y más destacados investigadores de las expresiones faciales emocionales, ha identificado 18 tipos diferentes de sonrisa, y sugiere que puede haber al menos 50. Aparte de los cambios fisionómicos en el área de la boca, las variantes de la sonrisa se incrementan al combinar esos cambios con los que tienen lugar en la región de los ojos, tales como el estrechamiento de la abertura de éstos, o la formación de bolsas y arrugas debajo y alrededor de ellos (Ekman y Friesen, 1978).

En consecuencia, no todas las sonrisas son iguales. Es importante, pues, discriminar unas de otras e identificar su significado correcto, y además hacerlo a tiempo, para mantener una interacción satisfactoria y provechosa con otras personas. En el presente estudio investigamos el curso temporal de la discriminación entre (a) caras con expresiones *alegres* genuinas (es decir, con una sonrisa genuina: boca sonriente y ojos congruentes con ella), (b) caras con expresiones *no alegres* genuinas (es decir, caras sin sonrisa: boca no sonriente y ojos congruentes con ella: ambos de enfado, tristeza, miedo, asco, sorpresa, o neutros—es decir, no expresivos), y (c) caras con expresiones *mixtas* (es decir, con sonrisa falsa o no genuina: boca sonriente, pero ojos no congruentes con ella—enfado, tristeza, etc.)¹. Este tercer grupo constituye, precisamente, el foco especial de interés en el presente trabajo, dada la similitud de tales expresiones con las expresiones genuinas de alegría: en ambos casos está presente una boca sonriente, elemento que se ha revelado como especialmente decisivo a la hora de reconocer o categorizar las expresiones faciales emocionales (Bassili, 1979; Calder, Young, Keane, y Dean, 2000; Calvo y Marrero, 2009; Kohler et al., 2004; Nussek, Cunningham, Wallraven, y Bühlhoff, 2008; Smith, Cottrell, Gosselin, y Schyns, 2005).

¹ En una cara podemos diferenciar entre su soporte físico—el rostro—y sus propiedades informativas—la expresión. De modo equivalente, en una sonrisa podemos distinguir sus rasgos morfológicos—boca sonriente—y sus cualidades funcionales—alegría. En el presente artículo nos referimos a la naturaleza genuina o no de las características informativas y funcionales, no a la de las físicas o morfológicas (que serían, en principio, siempre genuinas). De este modo, una sonrisa es *genuina* cuando transmite una emoción positiva que es *congruente* con la expresión de los ojos; en contraste, sería ambigua o no genuina cuando la información que transmite la región de la boca es incongruente con la de los ojos. El valor genuino o no de la sonrisa proviene, pues, de su funcionalidad expresiva dentro del conjunto de la cara (no de sus rasgos fisionómicos aislados, como boca).

Existe considerable evidencia de que las expresiones faciales de alegría se reconocen mejor y más rápidamente que las otras expresiones emocionales básicas (enfado, tristeza, miedo, asco, sorpresa; Calvo y Lundqvist, 2008; Juth, Lundqvist, Karlsson y Öhman, 2005; Leppänen y Hietanen, 2004; Leppänen, Tenhunen, y Hietanen, 2003; Loughhead, Gur, Elliott, y Gur, 2008; Milders, Sahraie, y Logan, 2008; Palermo y Coltheart, 2004; Tottenham et al., 2009). Esta ventaja en el procesamiento se ha atribuido a dos propiedades de la sonrisa: la distintividad y la saliencia. La distintividad es una cualidad semántica (categorial) de la expresión facial. La saliencia visual es una cualidad perceptiva de la cara como estímulo. Por un lado, la sonrisa es distintiva, lo cual significa que tiene un alto valor diagnóstico de la expresión de alegría, debido a que la sonrisa es exclusiva de dicha expresión, mientras que otros rasgos faciales (ej., abertura de los ojos, ceño, arrugas en la frente, fruncimiento de la boca, etc.) son parcialmente compartidos por otras categorías expresivas (Calvo y Marrero, 2009; Kohler et al., 2004). De este modo, el rasgo individual de la boca sonriente puede ser utilizado por el observador como un atajo para el reconocimiento de una cara alegre, casi sin tener que procesar otras partes de la cara. En contraste, la identificación y discriminación de otras expresiones exigiría un análisis combinado de varios rasgos, debido a lo cual el proceso resultaría más lento y estaría sujeto a más errores.

Por otro lado, la boca sonriente se ha revelado como muy saliente visualmente; no sólo más que ninguna otra parte de las propias caras alegres, sino también más saliente que cualquier otra región del resto de las expresiones emocionales (Calvo y Nummenmaa, 2008). La saliencia hace referencia a una combinación de propiedades puramente físicas de la imagen estimular, tales como la energía, el contraste, y la orientación espacial, de acuerdo con los modelos computacionales de atención visual (Itti y Koch, 2000; Torralba, Oliva, Castelano, y Henderson, 2006). Al ser muy saliente, la boca sonriente capta inicialmente la atención, y así se garantiza su procesamiento temprano como elemento distintivo o diagnóstico. En cambio, la boca, ojos y otras regiones de las caras no alegres, al ser menos salientes, estarían sujetos a una mayor competición interna por conseguir recursos atencionales. A consecuencia de ello, el procesamiento de los elementos más distintivos de las caras no alegres se vería enlentecido o interferido. Esto explicaría, pues, la ventaja en el procesamiento de las caras con sonrisa: la atención temprana al elemento más diagnóstico, la boca sonriente, está asegurada y potenciada por su alta saliencia perceptiva.

Ahora bien, cabe plantearse si esta ventaja debida a la saliencia y distintividad de la sonrisa—cuando comparamos las caras alegres con las no

alegres—se convierte en una desventaja cuando tenemos que discriminar entre caras que, con una boca sonriente todas ellas, difieren en la expresión de los ojos. Esto tendría especial relevancia a la hora de identificar sonrisas fingidas o falsas. La expresión en el área de la boca puede ser la misma en las sonrisas genuinas y las fingidas. Sin embargo, los ojos serían congruentes con la sonrisa en el primer caso, pero no en el segundo. A pesar de la ausencia de congruencia con los ojos (por ej., éstos pueden ser simplemente no expresivos, como en una sonrisa “social” de cortesía; o pueden asemejarse a los de miedo o tristeza, como en una sonrisa nerviosa, o a los de enfado o asco, como en una sonrisa sarcástica, etc.), al ser la boca con sonrisa tan saliente, ésta podría ensombrecer la percepción de los ojos no alegres. Si así fuera, el significado de la expresión de los ojos podría no procesarse adecuadamente. En definitiva, por tanto, predecimos una dificultad de discriminación entre las sonrisas fingidas y las genuinas. En el estudio que presentamos se sometió a prueba esta hipótesis. Mientras que la discriminación entre las caras con sonrisa y las caras sin sonrisa puede tener lugar en torno a los 200-300 ms, de acuerdo con la investigación neurofisiológica previa (Luo, Feng, He, Wang, y Luo, 2010; véanse revisiones en Eimer y Holmes, 2007, y Palermo y Rhodes, 2007), es probable que la discriminación entre las caras con sonrisa y ojos congruentes con ella y las caras con sonrisa pero ojos incongruentes ocurra con considerable demora.

Con el fin de establecer el curso temporal relativo de discriminación de las caras alegres genuinas respecto a las no alegres, así como respecto a las caras con sonrisa fingida, utilizamos una medida de latencia sacádica (es decir, de los movimientos oculares) en una tarea de elección forzada entre dos opciones (2AFC, del inglés *2-Alternative-Forced-Choice*; véase Kirchner y Thorpe, 2006). Este paradigma (tarea 2AFC con latencia sádica) se ha revelado como adecuado y sensible para investigar la discriminación temprana entre estímulos pictóricos, tales como imágenes de objetos, caras, ademanes posturales del cuerpo, y escenas visuales (Bannerman, Milders, de Gelder, y Sahraie, 2009; Bannerman, Milders, y Sahraie, 2009; Calvo y Nummenmaa, 2009, 2011; Crouzet, Kirchner y Thorpe, 2010; Kirchner y Thorpe, 2006; Nummenmaa, Hyönä, y Calvo, 2010). Esencialmente, en esta tarea se presentan dos estímulos (un *target* u objetivo y un distractor; por ej., una cara alegre y otra no alegre) simultáneamente, de modo muy breve (20 o 30 ms), y el sujeto tiene que mover su mirada hacia el estímulo que ha sido predefinido como *target* (ej., la cara alegre). La latencia sacádica en la elección correcta (es decir, el movimiento sacádico hacia el estímulo *target*), en lugar de la errónea (movimiento sacádico hacia el distractor), sirve para determinar el curso temporal. Se asume que la identificación y

discriminación entre los dos estímulos se producen en el momento en que la probabilidad de la elección correcta excede a la de la incorrecta (véase Método).

Es importante resaltar dos aspectos en relación con la tarea 2AFC y la medida de latencia para estimar el curso temporal de la discriminación entre dos estímulos. Primero, la latencia de los movimientos oculares se ha revelado como más precisa que los más tradicionales tiempos de reacción de la motricidad manual (Bannerman, Milders, de Gelder, y Sahraie, 2009; Calvo y Nummenmaa, 2011; Crouzet et al., 2010). La razón para ello es que los movimientos sacádicos pueden iniciarse en menos de 100 ms, de los cuales sólo entre 20 y 25 ms son consumidos por la programación del movimiento en el tronco cerebral. Esto supone una demora muy inferior a la requerida por la motricidad manual (Schiller y Kendall, 2004). Segundo, los resultados obtenidos con dicha tarea y medida en la investigación previa muestran una convergencia notable con los datos proporcionados por las medidas electrocorticales de los potenciales evocados. La discriminación entre caras emocionales y caras neutras tiene lugar en torno a los 200 ms desde el inicio del estímulo, de acuerdo con las medidas de latencia sacádica (Calvo y Nummenmaa, 2009). Esto coincide con el potencial N170 (Bentin, Allison, Puce, Perez y McCarthy, 1996), considerado como el indicador típico de procesamiento de la configuración facial por parte del cerebro.

La contribución más específica del presente trabajo corresponde al curso temporal en la discriminación entre caras con expresión genuina y caras con expresión ambigua. Los estudios previos que evidencian una ventaja en el reconocimiento de las caras alegres han utilizado principalmente tareas de *categorización* de expresiones presentadas *individualmente* (e.g., Calvo y Lundqvist, 2008; Juth et al., 2005; Leppänen y Hietanen, 2004; Loughhead et al., 2008; Milders et al., 2008; Palermo y Coltheart, 2004; Tottenham et al., 2009). En unos pocos estudios recientes se han empleado tareas de *discriminación* propiamente dicha, presentando *dos caras simultáneamente*, bien una neutra y otra emocional genuina (Bannerman, Milders, y Sahraie, 2009; Bannerman, Milders, de Gelder, y Sahraie, 2009; Calvo y Nummenmaa, 2009), o bien ambas emocionales genuinas (Calvo y Nummenmaa, 2011). Según estos estudios, (a) las caras de miedo y las alegres se discriminan más rápidamente de las neutras que a la inversa (Bannerman, Milders, y Sahraie, 2009; Bannerman, Milders, de Gelder, y Sahraie, 2009), (b) las caras alegres se discriminan de las neutras más temprano que el resto de las cinco categorías emocionales (Calvo y Nummenmaa, 2009), y más temprano de las neutras que de las otras cinco categorías emocionales (Calvo y Nummenmaa, 2011). Con el objetivo de

extender los estudios de discriminación, y utilizando la misma tarea de elección (2AFC) y latencia sacádica que en ellos, el presente trabajo aporta la novedad de la discriminación entre caras con expresión alegre genuina (boca sonriente y ojos alegres) y caras con expresión alegre fingida o falsa (sonrisa pero ojos no alegres).

MÉTODO

Participantes. Veinte estudiantes de psicología (14 mujeres) con visión normal o corregida en todos los casos, recibieron créditos de prácticas por su participación en el experimento.

Estímulos. Se presentaron 210 caras extraídas de la base KDEF (Karolinska Directed Emotional Faces; Lundqvist, Flykt, y Öhman, 1998). Estas caras corresponden a los siguientes 30 modelos: 15 mujeres (KDEF nº 01, 02, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 14, 19, 20, 26, 29, 31, 33) y 15 hombres (KDEF nº 03, 05, 06, 08, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 22, 23, 29, 31, 34). De cada modelo se utilizaron las siguientes *categorías* de expresiones *genuinas*: alegría, tristeza, enfado, miedo, asco, sorpresa, y neutra. Además, construimos 180 caras con *expresiones mixtas*, 6 de cada modelo, que combinan la sonrisa de las caras alegres con los ojos del resto de las categorías. Para generar las expresiones mixtas, fusionamos la mitad inferior de la cara alegre de cada modelo con la mitad superior de la cara de las expresiones no alegres de la misma persona, mediante el software Adobe® Photoshop® CS5. En todos los casos, los estímulos presentados fueron pares de caras completas. La Figura 1 muestra un ejemplo de cada categoría genuina (alegre y no alegres) y mixta.

Aparatos y Procedimiento. Las caras fueron presentadas en un monitor de 21" y 120 Hz sobre un fondo en negro. Las caras medían 8.4° (alto) × 6.4° (ancho), a una distancia de visión de 60 cm entre los ojos y la pantalla. Los movimientos oculares de los participantes fueron registrados mediante un aparato EyeLink-II (SR Research Ltd., Ontario, Canada) con una velocidad de muestreo de 500 Hz y una precisión espacial superior a 0.5°. Se utilizó una mentonera con el fin de mantener constante el campo de visión. El software Experiment Builder (SR Research) sirvió para controlar la presentación de los estímulos y el registro de las respuestas.



Figura 1. Muestra de caras de cada categoría expresiva. EN+SO (ojos de enfado + sonrisa); AS+SO (ojos de asco + sonrisa); TR+SO (ojos tristes + sonrisa); MI+SO (ojos de miedo + sonrisa); SO+SO (ojos de sorpresa + sonrisa); NE+SO (ojos neutros + sonrisa).

En cada ensayo se mostraban dos caras a la vez, distantes horizontalmente 2.5° grados desde el punto de fijación central en la pantalla. Cada ensayo (véase Figura 2) comenzaba con un círculo central (0.5° de diámetro). Cuando el participante fijaba su mirada en él, desaparecía y se iniciaba un intervalo en blanco de 200 ms. Este intervalo permite el desenganche de la atención visual en el estímulo previo y acelera el cambio atencional y los movimientos oculares al estímulo siguiente (Fischer y Weber, 1993). A continuación aparecían dos caras lateralizadas durante 30 ms, una a la izquierda y otra a la derecha de la fijación central².

² Elegimos el tiempo de presentación de estímulos de 30 ms para equiparar nuestras condiciones experimentales a las de otros seis estudios que han utilizado la tarea de discriminación 2AFC con estímulos pictóricos y medidas de latencia sacádica (20 ms: Bannerman, Milders, de Gelder, y Sharaie, 2009; Bannerman, Milders, y Sharaie, 2009; Crouzet et al., 2010; Kirchner y Thorpe, 2006; y 30 ms: Calvo y Nummenmaa, 2009, 2011). Además, al utilizar este procedimiento, debido a la propia naturaleza de los movimientos sacádicos, es necesario que el tiempo de presentación de los estímulos sea más corto que el propio movimiento sacádico.

Seguidamente, las caras eran reemplazadas por dos círculos (0.5°) en el centro del lugar dejado por aquellas, durante 1seg. Los participantes tenían que hacer un movimiento sacádico hacia el círculo que sustituía a la cara alegre genuina de cada par.

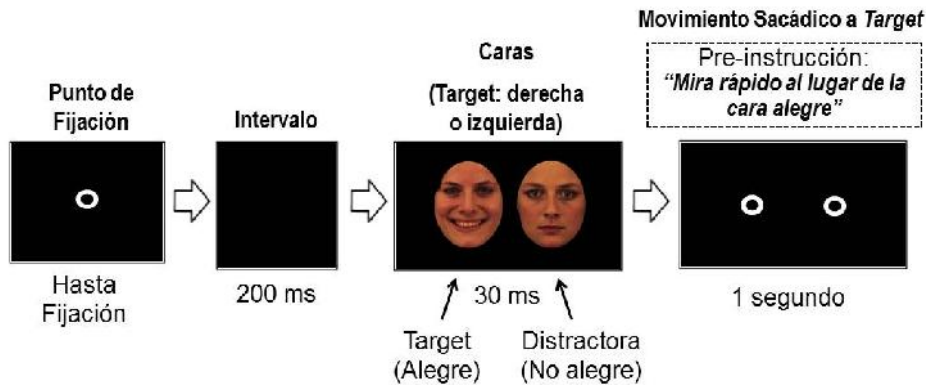


Figura 2. Secuencia de eventos en un ensayo experimental.

Después de 12 ensayos de práctica, cada participante recibió 360 ensayos experimentales en orden aleatorio, en 4 bloques, con 30 ensayos de emparejamiento de las caras alegres con las de cada categoría. De las dos caras que aparecían en cada ensayo, una (cara objetivo o *target*) era siempre alegre genuina y la otra (cara *distractora*) era bien no alegre genuina o bien mixta. Las caras *target* (y las *distractoras*) aparecían para cada participante en la misma proporción (50% de los ensayos) en el campo visual izquierdo y en el derecho. La cara *target* y la *distractora* de cada ensayo correspondían siempre a distintas personas. Esto se hizo así por dos razones: primero, por validez ecológica, ya que en la vida real vemos simultáneamente a personas diferentes en lugar de clones de un mismo individuo. Segundo, al utilizar dos caras de modelos diferentes, evitamos que la discriminación pudiera hacerse en función de características puramente físicas entre las caras, en lugar del contenido expresivo de éstas (véase Calvo y Nummenmaa, 2009).

Medidas. La dirección de la primera fijación hacia el punto que reemplazaba a la cara *target*, en lugar de a la *distractora*, sirvió para determinar la probabilidad de aciertos en la tarea de discriminación. El tiempo de latencia sacádica en la mirada hacia los círculos que sustituían a las caras se estableció desde el momento de inicio de las caras hasta el

inicio del primer movimiento sacádico con una amplitud de más de 2°. Además de la latencia sacádica *promedio* de las respuestas correctas, computamos la latencia *mínima*, esto es, el punto temporal más temprano en el que la proporción de movimientos correctos hacia la cara target supera a la de incorrectos hacia la cara distractora. La ocurrencia de esa diferencia revela cuándo el observador ha procesado suficiente información de los estímulos como para discriminar entre ellos por encima del nivel de aciertos por azar. Es decir, el indicador de latencia mínima refleja el momento en que se inicia la discriminación. Para operacionalizar esta medida, primero, dividimos el período total de latencia de 600 ms en segmentos o ventanas temporales de 20 ms.³ A continuación, calculamos la proporción de respuestas sacádicas correctas e incorrectas en cada segmento, y buscamos el más temprano en el que la proporción de las primeras fue significativamente mayor que la de las segundas, y que fue seguido por al menos cinco segmentos más con esa ventaja (véase Kirchner y Thorpe, 2006). El cálculo de dichas proporciones se hizo sobre el promedio de todos los sujetos en cada condición experimental por separado.

Medida de la Saliencia Visual. Mediante el software iLab Neuromorphic Vision C+ Toolkit (iNVT; Itti y Koch, 2000; Walther y Koch, 2006), computamos los valores de saliencia visual de cada cara en cada una de cinco regiones (frente, ojos/cejas, nariz/carillos, boca, y barbilla). En nuestras caras, el área vertical de cada región abarcaba 1.8, 1.6, 1.8, 1.6, y 1.6 grados de ángulo visual, respectivamente, en una imagen de 8.4° × 6.4°. Dada la contribución informativa de los ojos y la boca, estábamos especialmente interesados en conocer la saliencia visual relativa de estas dos áreas en cada categoría expresiva.

El algoritmo utilizado por el iNVT simula qué elementos en una determinada imagen visual atraen la atención de los observadores humanos. Brevemente, primero, el *input* visual se descompone en propiedades físicas simples (contraste, orientación, y energía), reproduciendo las propiedades de respuesta de las neuronas de la retina, el núcleo geniculado lateral, el tálamo, y el área V1 del cortex visual. Estas propiedades son después

³ Computamos las respuestas sacádicas en los primeros 600 ms porque en todos los estudios que han utilizado la tarea 2AFC con medidas de latencia sacádica (v.g., Bannerman, Milders, y Sharaie, 2009; Calvo y Nummenmaa, 2009, 2011; Crouzet et al., 2010; Kirchner y Thorpe, 2006) la práctica totalidad de las sácadas se producen dentro de ese período. Segmentamos los 600 ms en ventanas de 20 ms para equiparar nuestras condiciones experimentales de registro con los estudios previos que han utilizado esta tarea. No utilizamos intervalos más cortos porque eso hubiese requerido una duplicación de los ensayos y/o sujetos, a fin de tener suficientes registros para cada segmento.

integradas en un mapa neural de saliencia, el cual es una representación de la prominencia de cada pixel dentro del conjunto de la imagen.

RESULTADOS

Análisis de las Respuestas Sacádicas

En un análisis inicial, incluimos el campo visual (izquierdo vs. derecho) de presentación de la cara *target* como factor. Dada la ausencia de efecto principal o interactivo con los otros factores, y la equiprobabilidad en la ubicación de la *target* (véase Procedimiento), excluimos este factor para simplificar los análisis. Los datos de las respuestas sacádicas (aciertos y tiempos de reacción) fueron analizados inicialmente mediante un ANOVA de 2 (tipo de configuración facial de la cara distractora: genuina no alegre—es decir, ojos y boca no alegres— vs. mixta—es decir, ojos no alegres con sonrisa) \times 6 (categoría expresiva de los ojos de la cara distractora: enfado, tristeza, miedo, asco, sorpresa, y neutra). Para todas las comparaciones múltiples post-hoc se utilizó siempre la corrección de Bonferroni ($< .05$). En la Tabla 1 se presentan los promedios en la probabilidad de aciertos y los tiempos de reacción sacádica en cada condición experimental.

Sobre la *probabilidad de aciertos* en la elección sacádica de la cara alegre genuina (*target*) se produjo únicamente un efecto principal del tipo de configuración facial, $F(1, 19) = 106.43$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .849$. Si bien la interacción apareció inicialmente como marginalmente significativa, $F(5, 95) = 2.40$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .112$, las posteriores comparaciones múltiples entre categorías expresivas dentro de cada tipo de cara no superaron el nivel estadístico de significación después de las correcciones Bonferroni. El potente efecto del tipo de configuración indicó que la probabilidad de seleccionar correctamente las caras alegres genuinas fue mayor cuando éstas se presentaron emparejadas con una cara distractora no alegre ($M = .803$) que cuando se presentaron emparejadas con caras mixtas ($M = .546$).

El análisis de las *latencias* sacádicas correctas deparó un efecto del tipo de configuración facial, $F(1, 19) = 379.43$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .952$, y una interacción, $F(5, 95) = 5.51$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .225$. Para descomponer ésta, se llevaron a cabo análisis univariados por separado para cada tipo de cara, comparando las distintas categorías expresivas. En la condición de caras distractoras *no alegres* genuinas, el efecto de la categoría expresiva, $F(5, 95) = 6.20$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .246$, reveló una menor latencia en la elección de la cara alegre cuando la distractora era neutra que cuando la distractora correspondía a cualquier otra expresión. En contraste, en la condición de caras distractoras *mixtas*, el efecto de la categoría expresiva, $F(5, 95) = 2.73$, $p < .025$, $\eta_p^2 = .126$, mostró únicamente una menor latencia en la

elección de la cara alegre cuando la cara distractora tenía ojos de enfado que cuando los ojos eran neutros. En consecuencia, el tipo de expresión de los ojos modifica sólo de modo limitado el potente efecto general del tipo de configuración facial, siendo las latencias sacádicas hacia la cara *target* mucho menores con distractores sin sonrisa ($M = 319$ ms) que con sonrisa ($M = 399$ ms).

Tabla 1. Probabilidad de los movimientos sacádicos correctos (a la cara alegre, target) y promedio de las latencias sacádicas de las respuestas correctas (TRs, tiempos de reacción, en ms), en función del tipo de configuración (genuina no alegre vs. mixta) y la expresión de los ojos de la cara distractora.

		Expresión de los Ojos de Cara Distractora					
No Alegre		Enfado	Asco	Tristeza	Miedo	Sorpresa	Neutra
Aciertos	<i>M</i>	.820	.780	.825	.768	.802	.822
	<i>SD</i>	.102	.152	.146	.145	.132	.131
<u>TRs</u>	<i>M</i>	323	324	316	323	327	302
	<i>SD</i>	56	59	58	60	47	60
Mixta		Enfado	Asco	Tristeza	Miedo	Sorpresa	Neutra
Aciertos	<i>M</i>	.580	.575	.557	.537	.522	.503
	<i>SD</i>	.101	.086	.089	.092	.069	.098
<u>TRs</u>	<i>M</i>	386	396	395	401	403	410
	<i>SD</i>	75	66	68	69	71	69

Nota. Las caras mixtas tienen los *mismos* ojos que las no alegres, pero combinados con una sonrisa.

En un segundo tipo de análisis, aplicamos pruebas t para una única muestra, con el fin de contrastar la probabilidad de las respuestas sacádicas correctas con la de aciertos por azar, es decir, .50, para cada una de los tipos de cara y categorías expresivas. Las puntuaciones resultantes de establecer la diferencia entre la probabilidad de respuestas correctas y el nivel de azar representan el indicador de si se produce o no discriminación. Con respecto a los emparejamientos de las caras alegres con las distractoras no alegres, en todos los casos la probabilidad de aciertos superó el nivel de azar (todas las $ts \geq 7.1$, $p < .0001$). En contraste, en los emparejamientos de las caras alegres con las distractoras mixtas, la probabilidad de aciertos superó el nivel de azar para las caras con ojos de enfado (ANHA), $t(19) = 3.54$, $p < .01$, asco (DIHA), $t(19) = 3.88$, $p < .01$, y tristeza (SAHA), $t(19) = 2.86$, $p < .01$, pero no para las caras con ojos de miedo (FEHA; $p = .10$), sorpresa (SUHA; $p = .18$), o neutros (NEHA; $p = .88$).

Finalmente, llevamos a cabo un análisis del *tiempo mínimo* de latencias correctas. Para ello comparamos la proporción de respuestas correctas (es decir, movimiento sacádico hacia la cara *target* de cada par) y de incorrectas (es decir, movimiento sacádico hacia la cara distractora) para cada intervalo de 20 ms consecutivos. Mediante pruebas t de comparación por pares, determinamos el momento más temprano en el que la proporción de respuestas correctas superó estadísticamente a la de las incorrectas. En el caso de las caras distractoras no alegres, el tiempo mínimo requerido para seleccionar la cara *target* fue de 200 ms cuando la distractora era neutra, $t(19) = 2.93$, $p < .01$, y de 260 ms cuando era de enfado, $t(19) = 3.44$, $p < .01$, asco, $t(19) = 2.65$, $p < .025$, triste, $t(19) = 2.47$, $p < .025$, miedo, $t(19) = 2.68$, $p < .025$, y sorpresa, $t(19) = 2.90$, $p < .01$. En contraste, en el caso de las caras distractoras mixtas, los movimientos sacádicos correctos no superaron significativamente a los incorrectos en ningún intervalo. Véase la distribución de las latencias sacádicas correctas e incorrectas en las Figuras 3a-f.

Análisis de la Saliencia Visual

Aplicamos un ANOVA de 2 (configuración facial: genuina no alegre vs. mixta) \times 6 (expresión de los ojos: enfado, asco, tristeza, miedo, sorpresa, y neutra) a los valores absolutos de saliencia de la boca y de los ojos, así como a la saliencia relativa (es decir, la proporción) de estas áreas en el conjunto de la cara. Además, mediante ANOVAs de una vía (7: categoría expresiva de los ojos) comparamos a las caras alegres con las no alegres, así como con las caras mezcla. Véanse las puntuaciones en la Tabla 2.

Figuras 3A, B, C, D, E, F. Distribución de las respuestas sacádicas correctas (a la cara target) y las incorrectas (a la cara distractora) a lo largo de cada intervalo de 20 ms., en los primeros 600 ms desde la presentación de las caras, para cada tipo de categoría expresiva. La flecha indica el momento más temprano en el que se produce la discriminación (cuando las elecciones sacádicas correctas superan a las incorrectas).

Figura 3A

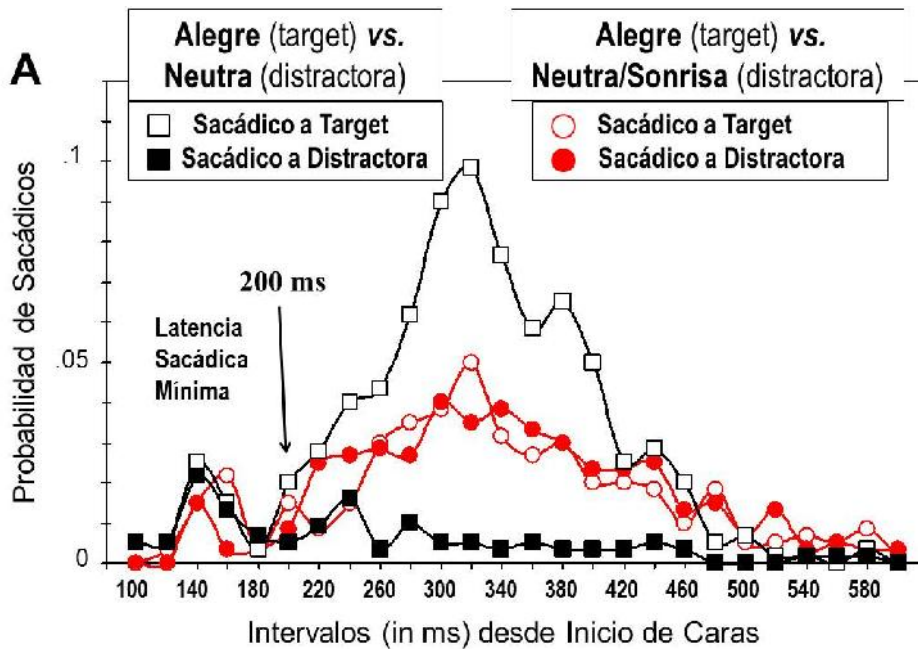


Figura 3B

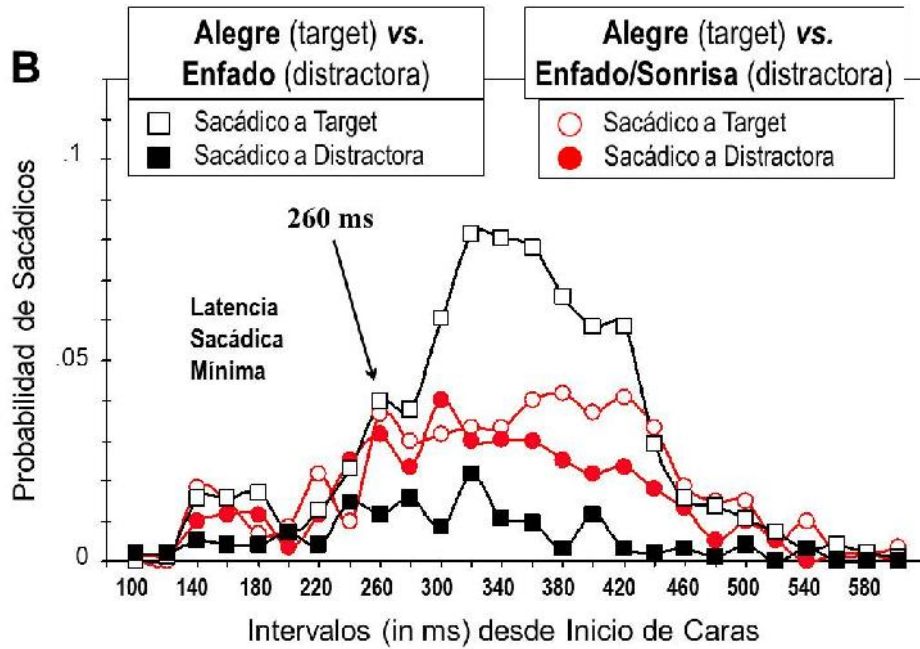


Figura 3C

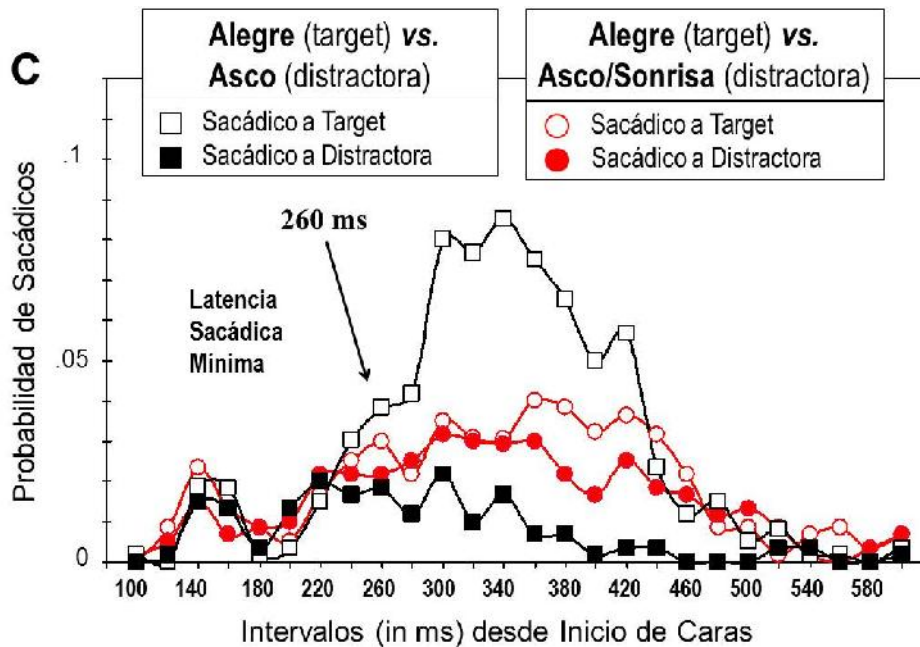


Figura 3D

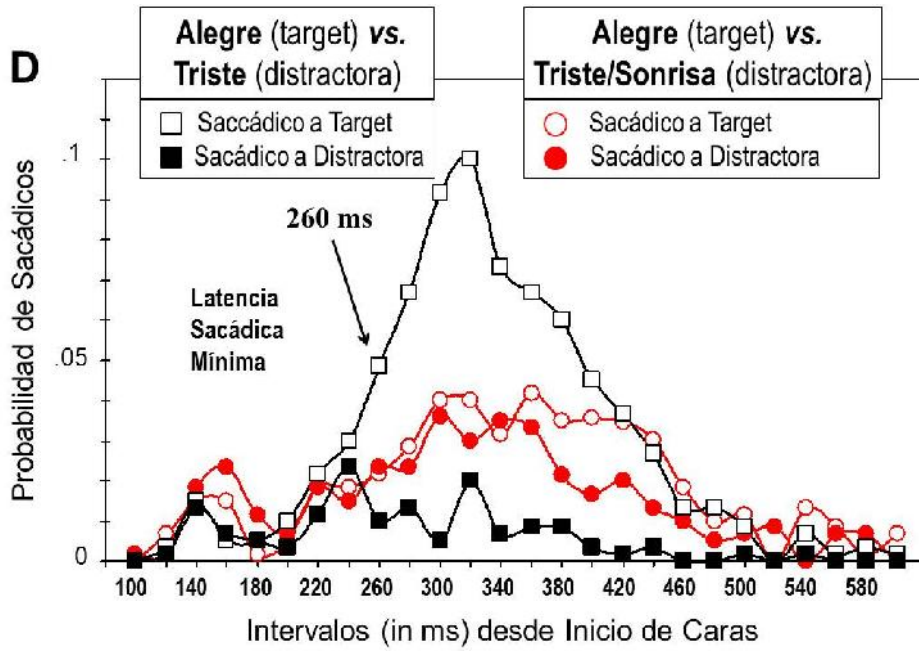


Figura 3E

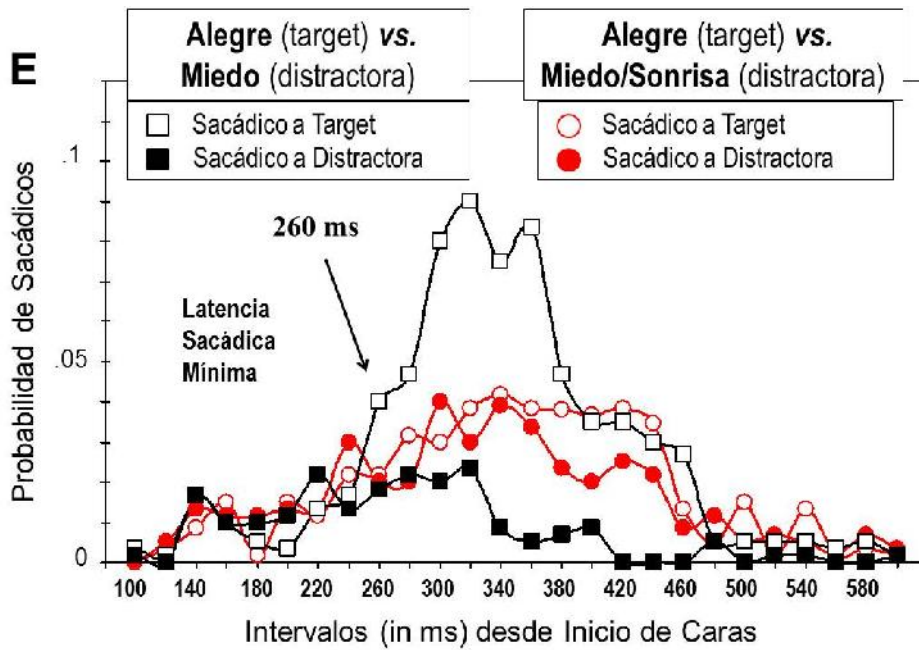
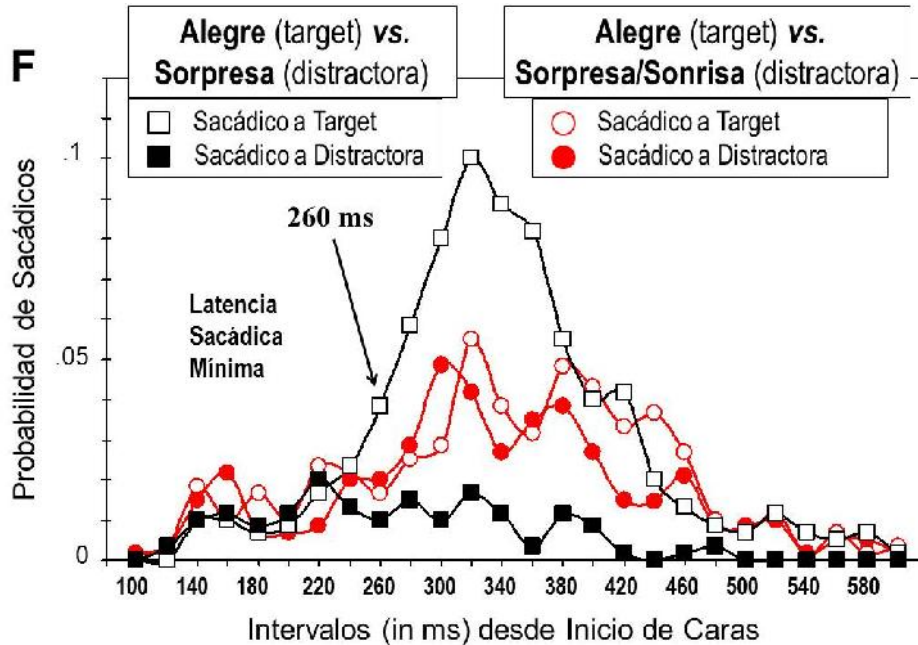


Figura 3F



Para la región de los *ojos*, aparecieron efectos del tipo de configuración sobre los valores absolutos de saliencia, $F(1, 348) = 62.21$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .152$, y los relativos, $F(1, 348) = 50.61$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .127$. Los *mismos* ojos no alegres eran menos salientes en las caras mixtas ($M = 0.56$, valor absoluto; 3.2%, proporción relativa) que en las no alegres genuinas ($M = 2.30$; 11.5%). En la comparación entre las caras genuinas no alegres y las alegres, $F(6, 203) = 3.64$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .097$, y $F(6, 203) = 3.30$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .089$, únicamente los ojos de sorpresa y los tristes mostraron mayor saliencia que los alegres (véase Tabla 2). En contraste, en la comparación entre las caras mixtas y las alegres genuinas no se produjeron diferencias en la saliencia de los ojos.

Para la región de la *boca*, aparecieron efectos del tipo de configuración sobre los valores absolutos, $F(1, 348) = 336.56$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .492$, y los relativos, $F(1, 348) = 563.21$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .618$, reflejando mayor saliencia de la boca en las caras mixtas ($M = 9.05$; 56.8%) que en las no alegres genuinas ($M = 4.23$; 20.9%). En la comparación entre las caras genuinas no alegres y las alegres, $F(6, 203) = 21.57$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .389$, y $F(6, 203) = 29.63$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .467$, la boca de las caras alegres genuinas resultó más saliente que la de todas las no alegres (véase

Tabla 2). En contraste, no se produjeron diferencias entre las caras mixtas y las alegres genuinas.

Tabla 2. Valores promedio de saliencia visual absoluta de la región de la boca y la región de los ojos, y saliencia relativa (en porcentaje) de cada región en el conjunto de la cara, en función del tipo de configuración (genuina no alegre vs. mixta) y la expresión de los ojos de la cara distractora.

REGIÓN DE LOS OJOS		Expresión de los Ojos de Cara Distractora					Target
No Alegre	Enfado	Asco	Tristeza	Miedo	Sorpresa	Neutra	Alegre
Absoluta	2.22 ^{ab}	2.28 ^{ab}	2.41 ^a	2.16 ^{ab}	3.26 ^a	1.48 ^{ab}	0.35 ^b
Relativa	10.50 ^{ab}	11.55 ^{ab}	12.24 ^a	11.47 ^{ab}	16.26 ^a	6.96 ^{ab}	1.90 ^b
Mixtas	Enfado	Asco	Tristeza	Miedo	Sorpresa	Neutra	Alegre
Absoluta	0.59	0.50	0.41	0.69	0.54	0.62	0.35
Relativa	3.47	3.20	2.39	3.93	2.92	3.12	1.90
REGIÓN DE LA BOCA		Expresión de los Ojos de Cara Distractora					Target
No Alegre	Enfado	Asco	Tristeza	Miedo	Sorpresa	Neutra	Alegre
Absoluta	4.20 ^{bc}	5.85 ^b	2.05 ^c	4.41 ^{bc}	6.28 ^b	2.62 ^c	9.10 ^a
Relativa	20.77 ^{bc}	32.79 ^b	9.93 ^c	24.00 ^{bc}	25.94 ^b	12.18 ^c	56.50 ^a
Mixtas	Enfado	Asco	Tristeza	Miedo	Sorpresa	Neutra	Alegre
Absoluta	9.07	9.18	9.22	9.20	8.69	8.91	9.10
Relativa	56.50	51.95	51.21	56.42	59.62	63.33	58.34

Nota. Las caras mixtas tienen los *mismos* ojos que las no alegres, pero combinados con una sonrisa. En horizontal, las puntuaciones con un superíndice diferente son significativamente diferentes entre sí; las que tienen el mismo superíndice o ninguno son equivalentes.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio era determinar el curso temporal en la discriminación de las caras alegres con una sonrisa genuina, con respecto a caras con expresiones mixtas que presentan una boca sonriente pero ojos no alegres (sonrisa ambigua o falsa), y con respecto a caras con expresiones no alegres genuinas (sin sonrisa ni ojos alegres). Podemos destacar tres tipos de hallazgos. Primero, hemos observado una discriminación temprana (a los 200-260 ms brutos—véanse los tiempos netos estimados debajo—desde el inicio de los estímulos) entre las caras alegres genuinas y las no alegres genuinas. Segundo, dentro de los primeros 600 ms no se produce propiamente una discriminación entre las caras alegres genuinas y las expresiones mixtas con sonrisa ambigua. Tercero, las diferencias mencionadas en discriminación se corresponden con las diferencias observadas en saliencia visual de la boca y de los ojos entre los tres tipos de caras.

Discriminación entre Caras Genuinas Alegres y No Alegres

Los datos de latencia sacádica en la selección inicial correcta de la cara alegre (*target*), en comparación con la selección de la cara no alegre (distractora), revelan que la discriminación de la sonrisa se produce a los 319 ms como *promedio*, con una elevada probabilidad de aciertos (80%). Estas cifras representan un efecto general y consolidado del proceso de discriminación para la mayoría de los observadores. No obstante, aportando mayor precisión al curso temporal, los valores de latencia sacádica *mínima* muestran el momento *más temprano* en el que se inicia el proceso de discriminación, entre 67 ms (caras de sorpresa) y 102 ms (caras neutras) antes del promedio. Estos datos confirman, esencialmente, los obtenidos por Calvo y Nummenmaa (2009) en la comparación entre caras alegres y neutras, y por Calvo y Nummenmaa (2011) en la comparación entre caras alegres y emocionales no alegres, utilizando igualmente una tarea de elección 2AFC y una medida de latencia sacádica. Con una versión manual de la tarea, tanto Bannerman, Milders, y Sahraie (2009) como Calvo y Nummenmaa (2011) encontraron un patrón de discriminación equivalente al de la versión sacádica, aunque con una demora en la respuesta manual de entre 211 y 223 ms. Esta consistencia permite tomar los datos de la versión sacádica como válidos, a la vez que se confirma su mayor sensibilidad para determinar el curso temporal de la discriminación. La medida manual, en cambio, estaría más contaminada por procesos puramente motores, que afectan a la respuesta más que al procesamiento propiamente dicho del estímulo (véase Crouzet et al., 2010).

Si tenemos en cuenta la ocurrencia de una demora sistemática de 20 a 25 ms en los mecanismos oculomotores debido a la programación de los movimientos sacádicos guiados a un estímulo *target* (Schiller y Kendall, 2004), los datos previos reflejan una latencia mínima *neta* de 180 ms (es decir, 200 – 20 ms) en la discriminación de las caras alegres respecto a las *neutras*. Esto coincide plenamente con los datos de la investigación electrofisiológica en la estimación del curso temporal de procesamiento de las expresiones faciales emocionales en comparación con las neutras, tal como se refleja en el componente N170 (es decir, a los 170 ms; Bentin et al., 1996; Eimer y Holmes, 2007). Además, en nuestro estudio, cuando la discriminación exige diferenciar no ya la presencia o ausencia de rasgos expresivos emocionales (es decir, caras alegres frente a neutras), sino la naturaleza o cualidad de los propios rasgos emocionales, tal como se requiere en la discriminación entre caras alegres y no alegres *emocionales*, la latencia mínima *neta* aumenta hasta los 240 ms (260 – 20 ms). Esto también es consistente con los datos electrofisiológicos, como se refleja en los componentes N300 y P300 (Luo et al., 2010). Por consiguiente, la latencia sacádica se revela como una medida fiel y precisa del procesamiento de expresiones faciales emocionales, coincidente con las medidas directas de la actividad electro-cortical del cerebro.

Discriminación entre Caras con Sonrisa Genuina y Caras con Sonrisa Ambigua

En contraste con las anteriores evidencias de discriminación temprana de las caras alegres genuinas frente a las no alegres genuinas, la discriminación entre las caras alegres genuinas y las expresiones mixtas—que comparten la sonrisa—no parece producirse en los primeros 600 ms de procesamiento. Esto podemos inferirlo, primero, de la baja probabilidad de respuestas correctas promedio (54,6%), no llegando a superar el nivel de azar en el caso de las expresiones con ojos de miedo, sorpresa, o neutras, cuando éstos aparecían en una cara mixta con sonrisa. Además, si bien las latencias *promedio* indicaron discriminación a los 399 ms, hay que tener en cuenta que esto sólo se aplica a ese relativamente bajo porcentaje de casos con aciertos. Más aun, los datos de latencia sacádica *mínima* mostraron una ausencia de diferencias significativas en la elección de la cara alegre frente a la mixta. No hubo diferencias a lo largo de ninguno de los segmentos temporales de 20 ms dentro del período habilitado de 600 ms para los movimientos sacádicos.

Si bien el procedimiento de elección sacádica se ha revelado útil para detectar discriminación temprana (anterior a 500 ms), podría argumentarse que la ausencia de evidencias de discriminación entre caras con expresión alegre genuina y con expresión ambigua, se debe a una falta de sensibilidad para estudiar procesos cognitivos tardíos. Una posible razón es que los estímulos (ej., caras) se presentan sólo durante 30 ms. En este caso, la discriminación puede hacerse sólo sobre la información accesible en la memoria icónica de los estímulos. Al tener ésta una duración temporal limitada, los procesos tardíos pudieran no tener ya acceso a dicha información. Dos estudios previos sobre la discriminación de expresiones faciales, utilizando una tarea 2AFC y medidas de latencia sacádica (Bannerman, Milders, y Sahraie, 2009; Bannerman, Milders, de Gelder, y Sahraie, 2009), son relevantes para responder a esta cuestión. En ellos se manipuló el tiempo de exposición de los estímulos (20 vs. 500 ms). En ambos estudios, la latencia sacádica se redujo de modo general al aumentar la duración de los estímulos. Ahora bien, en ambos estudios también disminuyó la diferencia entre las latencias sacádicas a la cara *target* y a la distractora hasta dejar de ser significativa, y no hubo una mejora en la elección correcta al aumentar el tiempo de exposición (Bannerman, Milders, de Gelder, y Sahraie, 2009). Esto demuestra que la latencia sacádica es más sensible como indicador de discriminación con tiempos de exposición cortos de los estímulos y, a la vez, nos permite inferir que la baja discriminación de las expresiones ambiguas en nuestro estudio no es debida a la breve exposición estimular.

Debido a la propia naturaleza de los movimientos sacádicos, la mayoría de los cuales tiene lugar de modo natural en menos de 500-600 ms, el presente paradigma experimental no permite estimar en qué momento posterior pueda ocurrir la discriminación de las expresiones ambiguas, pero sí afirmar que no tiene lugar de modo general antes de los 600 ms. Es importante resaltar, como contraste, que en ese mismo período sí se produce la discriminación de las expresiones genuinas. No conocemos investigaciones previas sobre procesos de discriminación de expresiones *mixtas* utilizando tareas de elección y medidas de latencia sacádica o manual. No obstante, dos estudios neurofisiológicos recientes con medidas de potenciales evocados son relevantes para determinar el curso temporal del procesamiento de las expresiones faciales mixtas (Debrulle, Brodeur, y Hess, 2011; Paulmann y Pell, 2009). Los resultados de ambos sugieren que la extracción de información de las expresiones ambiguas se produce, efectivamente, con notable demora. Tales efectos no se reflejan antes del componente N400 (400-500 ms; Paulmann y Pell, 2009) cuando las caras tienen expresiones muy pronunciadas, tales como las muecas; o incluso no

aparecen hasta el componente LPP (late positive potential; 500-700 ms) y el SPWs (slow potential waves; > 700 ms; Debruille et al., 2011), cuando las expresiones son menos intensas. En cambio, las medidas electrofisiológicas indican que el reconocimiento de las expresiones faciales *genuinas* ocurre mucho más temprano (véase más arriba). Si bien en los estudios de Debruille et al. (2011) y Paulmann y Pell (2009) no se manipuló directamente la sonrisa, ambos indican que la ambigüedad expresiva tiene un coste temporal en el procesamiento, con una demora igual o superior a los 500 ms. Esto sería consistente con la ausencia de discriminación dentro de ese período en el presente estudio.

La Importancia de la Saliencia Visual de la Boca Sonriente

El tercer tipo de resultado registrado en nuestro estudio es relevante para explicar el porqué de las diferencias tan notables en discriminación, dependiendo del tipo de cara distractora. ¿Por qué la discriminación de las caras alegres genuinas respecto a las no alegres genuinas ocurre tan rápidamente, mientras puede demorarse tanto respecto a las caras con una expresión mixta? ¿Es que en estas últimas no se perciben los ojos claramente no alegres (los *mismos* que en las caras no alegres genuinas), y debido a ello los ojos hacen una contribución temprana tan pequeña, o nula, a la discriminación? La respuesta a estas preguntas podemos inferirla de los datos relativos a la saliencia visual de los ojos y la boca en los distintos tipos de caras.

La boca sonriente es un elemento altamente diagnóstico de las caras alegres, que induce a categorizarlas como tales rápidamente (Calder et al., 2000; Calvo y Marrero, 2009; Kohler et al., 2004; Nusseck et al., 2008; Smith et al., 2005). Dado que la boca sonriente se ha revelado, además, como muy saliente (y de modo similar en las caras alegres genuinas con ojos alegres y en las mixtas con ojos no alegres), es comprensible su efecto interferidor cuando dos caras con sonrisa compiten por la atención simultáneamente. En ambos casos, el valor diagnóstico de la boca sonriente inducirá a juzgarlas como alegres, y de aquí las dificultades de discriminación. Más aun, la presencia de la boca sonriente en las caras mixtas hace que la saliencia de los ojos no alegres disminuya respecto a cuando los mismos ojos aparecen en una cara con boca no alegre. Esto sugiere que la presencia de la sonrisa está “ensombreciendo” la región de los ojos, limitando su acceso perceptivo y, por tanto, su procesamiento. En contraste, dicho efecto no ocurriría en las caras no alegres genuinas. Al no tener sonrisa éstas, la presencia de la sonrisa saliente—y diagnóstica—en

las caras alegres presentadas simultáneamente permitiría una fácil y rápida discriminación.

En conclusión, las caras alegres genuinas (con sonrisa y ojos congruentes con ella) se discriminan temprano (entre los 180 y los 240 ms) de las caras no alegres genuinas (sin sonrisa ni ojos alegres). En cambio, la discriminación entre la sonrisa genuina y la sonrisa falsa (cuando los ojos no son alegres) no se produce dentro de los primeros 600 ms de procesamiento. Estos datos, obtenidos con medidas de latencia sacádica son consistentes con los de la investigación electrofisiológica de la actividad cortical. La dificultad de discriminación temprana entre una sonrisa genuina y una falsa probablemente se debe a que en ambos casos la boca es muy saliente perceptivamente y, presumiblemente, “ensombrece” la expresión de los ojos. Al ser la sonrisa, además, muy distintiva o diagnóstica de la categoría expresiva de alegría, el observador se guía por ella para juzgar la expresión de la cara, minimizándose así el procesamiento de las diferencias entre los ojos asociados a la sonrisa genuina y a la falsa.

Como posible implicación práctica que ayude a discriminar la sonrisa genuina de la que no lo es, podemos sugerir la focalización de la mirada en los ojos de la persona que sonríe. De este modo disminuirían la saliencia y la distintividad de la boca sonriente. Precisamente, el reciente modelo SIMS (Simulation of Smiles; Niedenthal et al., 2010) propone que la mirada a los ojos es un factor crítico para determinar el significado de una sonrisa.

ABSTRACT

Time course of discrimination of smiles: Saccade latency assessment. By means of saccade latency measures in a two-alternative-forced-choice task (2AFC), we investigated the time course of discrimination between (a) genuinely happy faces (a smile and happy eyes), (b) non-happy faces (neither a smile nor happy eyes), and (c) faces with blended expressions (a smile but not happy eyes). The time point at which the probability of correct saccades to the target face (happy) exceeded that to the distracter face (blended or non-happy) indicated the onset of the discrimination process. Results revealed: (a) an early discrimination (from 180 to 240 ms) between truly happy and non-happy faces; (b) a lack of discrimination between truly happy faces and blended expressions during the entire 600-ms saccade period; and (c) differences in discrimination were related to visual saliency of the mouth and the eye region. Being the smiling mouth highly salient in both the truly happy and the blended expressions, it probably overshadows their differences in the eye region, thus interfering with discrimination between genuine and fake smiles.

REFERENCIAS

- Ambadar, Z., Cohn, J. F., & Reed, L. I. (2009). All smiles are not created equal: Morphology and timing of smiles perceived as amused, polite, and embarrassed/nervous. *Journal of Nonverbal Behavior*, *33*, 17-34.
- Bannerman, R. L., Milders, M., de Gelder, B., & Sharaie, A. (2009). Orienting to threat: Faster localization of fearful facial expressions and body postures revealed by saccadic eye movements. *Proceedings of the Royal Society B*, *276*, 1635-1641.
- Bannerman, R. L., Milders, M., & Sharaie, A. (2009). Processing emotional stimuli: Comparison of saccadic and manual choice-reaction times. *Cognition and Emotion*, *23*, 930-954.
- Bassili, J. (1979). Emotion recognition: The role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the face. *Journal of Personality and Social Psychology*, *37*, 2049-2058.
- Bentin, S., Allison T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *8*, 551-565.
- Calder, A. J., Young, A.W., Keane, J., & Dean, M. (2000). Configural information in facial expression perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *26*, 527-551.
- Calvo, M. G., & Lundqvist, D. (2008). Facial expressions of emotion (KDEF): Identification under different display-duration conditions. *Behavior Research Methods*, *40*, 109-115.
- Calvo, M. G., & Marrero, H. (2009). Visual search of emotional faces: The role of affective content and featural distinctiveness. *Cognition and Emotion*, *23*, 782-806.
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2008). Detection of emotional faces: Salient physical features guide effective visual search. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*, 471-494.
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2009). Eye-movement assessment of the time course in facial expression recognition: Neurophysiological implications. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, *9*, 398-411.
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2011). Time course discrimination between emotional facial expressions: The role of visual saliency. *Vision Research*, *51*, 1751-1759.
- Crouzet, S. M., Kirchner, H., & Thorpe, S. J. (2010). Fast saccades towards faces: Face detection in just 100 ms. *Journal of Vision*, *16*, 1-17.
- Debruille, J. B., Brodeur, M. B., & Hess, U. (2011). Assessing the way people look to judge their intentions. *Emotion*, *11*, 533-543.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2007). Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, *45*, 15-31.
- Ekman, P. (2001). *Telling lies: Clues to deceit in the marketplace, politics, and marriage*. New York: W.W. Norton & Co.
- Ekman, P., & Friesen, W.V. (1978). *Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, Calif.: Consulting Psychologists Press.
- Fischer, B., & Weber, H. (1993). Express saccades and visual attention. *Behavioral and Brain Sciences*, *16*, 553-610.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, *40*, 1489-1506.
- Izard, C. E. (1971). *The face of emotion*. New York: Appleton-Century-Crofts.

- Juth, P., Lundqvist, D., Karlsson, A., & Öhman, A. (2005). Looking for foes and friends: Perceptual and emotional factors when finding a face in the crowd. *Emotion, 5*, 379-395.
- Kirchner, H., & Thorpe, S. J. (2006). Ultra-rapid object detection with saccadic eye movements: Visual processing speed revisited. *Vision Research, 46*, 1762-1776.
- Kohler, C. G., Turner, T., Stolar, N. M., Bilker, W. B., Brensinger, C. M., Gur, R. E., & Gur, R.C. (2004). Differences in facial expressions of four universal emotions. *Psychiatry Research, 128*, 235-244.
- Krumhuber, E. G., & Manstead, A. S. R. (2009). Can Duchenne smiles be feigned? New evidence on felt and false smiles. *Emotion, 9*, 807-820.
- Leppänen, J., & Hietanen, J. K. (2004). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological Research, 69*, 22-29.
- Leppänen, J., Tenhunen, M., & Hietanen, J. K. (2003). Faster choice-reaction times to positive than to negative facial expressions: The role of cognitive and motor processes. *Journal of Psychophysiology, 17*, 113-123.
- Loughead, J., Gur, R. C., Elliott, M., & Gur, R. E. (2008). Neural circuitry for accurate identification of facial emotions. *Brain Research, 1194*, 37-44.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). *The Karolinska Directed Emotional Faces – KDEF*. CD-ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden. ISBN 91-630-7164-9.
- Luo, W., Feng, W., He, W., Wang, N-Y., & Luo, Y-J. (2010). Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation. *NeuroImage, 47*, 1856-1867.
- Milders, M., Sahraie, A., & Logan, S. (2008). Minimum presentation time for masked facial expression discrimination. *Cognition and Emotion, 22*, 63-82.
- Niedenthal, P. M., Mermillod, M., Maringer, M., & Hess, U. (2010). The Simulation of Smiles (SIMS) model: Embodied simulation and the meaning of facial expression. *Behavioral and Brain Sciences, 33*, 417-433.
- Nummenmaa, L., Hyönä, J., & Calvo, M. G. (2010). Semantic categorization precedes affective evaluation of visual scenes. *Journal of Experimental Psychology: General, 139*, 222-246.
- Nusseck, M., Cunningham, D. V., Wallraven, C., & Bühlhoff, H. H. (2008). The contribution of different facial regions to the recognition of conversational expressions. *Journal of Vision, 8:1*, 1-23.
- Palermo, R., & Coltheart, M. (2004). Photographs of facial expression: Accuracy, response times, and ratings of intensity. *Behavior Research Methods, 36*, 634-638.
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia, 45*, 75-92.
- Paulmann, S., & Pell, M. D. (2009). Facial expression decoding as a function of emotional meaning status: ERP evidence. *NeuroReport, 20*, 1603-1608.
- Russell, J. A. (1994). Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of the cross-cultural studies. *Psychological Bulletin, 115*, 102-141.
- Schiller, P. H., & Kendall, J. (2004). Temporal factors in target selection with saccadic eye movements. *Experimental Brain Research, 154*, 154-159.
- Smith, M. L., Cottrell, G., Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Transmitting and decoding facial expressions of emotions. *Psychological Science, 16*, 184-189.
- Torralba, A., Oliva, A., Castelano, M.S., & Henderson, J. (2006). Contextual guidance of eye movements in real-world scenes: The role of global features in object search. *Psychological Review, 113*, 766-786.

- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., et al. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research, 168*, 242-249.
- Walther, D., & Koch, C. (2006). Modelling attention to salient proto-objects. *Neural Networks, 19*, 1395-1407.

(Manuscrito recibido: 10 Octubre 2011; aceptado: 28 Diciembre 2011)