

Séptimo encuentro de egresados de la escuela profesional de Física UNSA-2022

"Síntesis de Silicatos por el método de combustión y estudio de sus propiedades fotocatalíticas en la producción de hidrógeno"

Joseff Renato Mejia Bernal



CONACYT

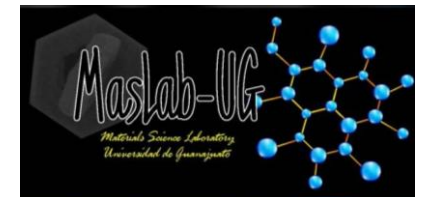
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN OPTICA, A.C.

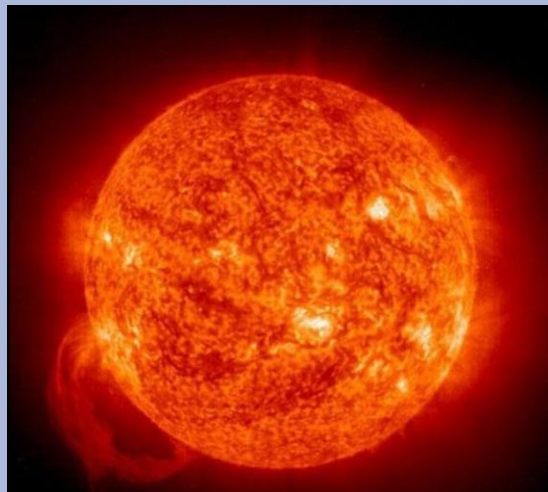


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



Historia

Energía solar



Descubrimiento del fuego

Combustión de la madera



Energía Mecánica:

- Fuerza muscular.
- Animales que domesticaban.

Siglo XVIII, madera
reemplazada por carbón



Siglo XX considerado siglo de
las maquinas de combustión
interna

- Fuente de energía térmica.
- Fuente de energía mecánica; maquina de vapor.
- Siglo XIX de la maquina de vapor.



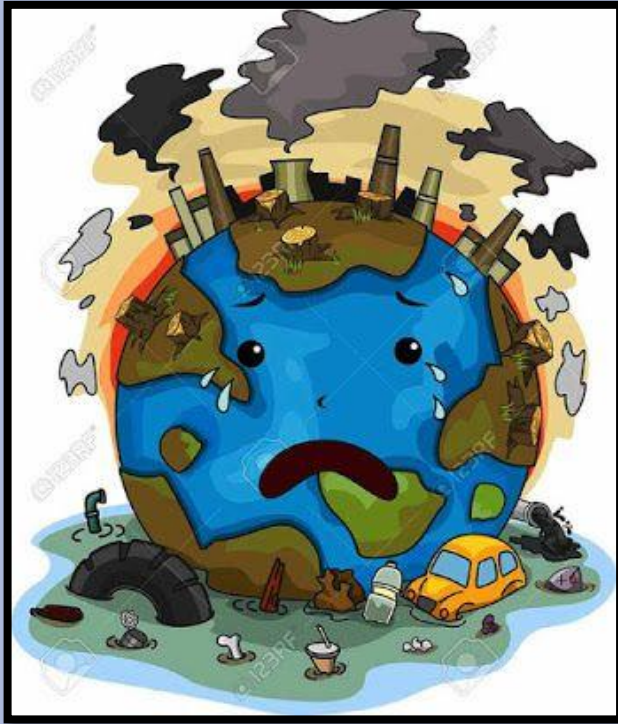
Transformación
hacia la era de los
combustibles
fósiles

Emergencia climática

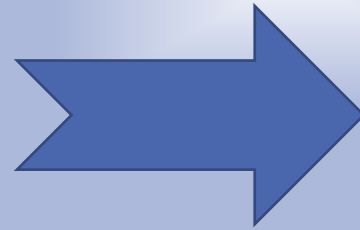
Actividades
humanas

Aire

Suelo



Agua



El deterioro
creciente del
medio ambiente

Emergencia climática

Gases de efecto invernadero

Las energías que utilizamos en la actualidad

Transporte



24.5%

Industria de la energía



25.9%

Industrias manufactura y de la construcción



9.1%

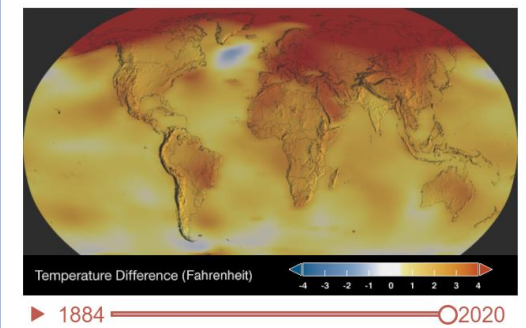
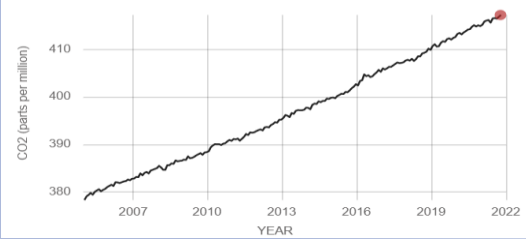
Otros

40.5%

64.4% Dióxido de carbono (CO₂)

7.5% Óxido nitroso (N₂O)

25.8% Metano(CH₂)



Gráfica (NASA)

Hidrógeno como vector energético

Cero emisiones de CO_2 .

Alto contenido energético 120 kJ/g en comparación con la gasolina 45.26 kJ/g y 50.19 kJ/g del gas natural.



Hidrógeno como vector energético

Proceso de obtención de H₂

Tipo de energía

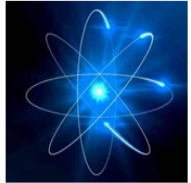
Energías renovables

- Eólica
- Fotovoltaica
- Biomasa
- Solar
- Oceánica



Energías nuclear

- Fisión
- Fusión



Combustibles fósiles

- Petróleo
- Gas Natural
- Carbón



Proceso de obtención

Termólisis

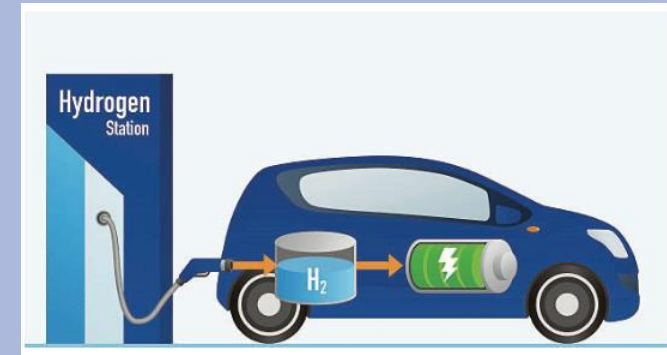
Electrólisis

Reformado con vapor de agua

Fotobiólisis con algas verdes

Fotocatálisis heterogénea

H₂



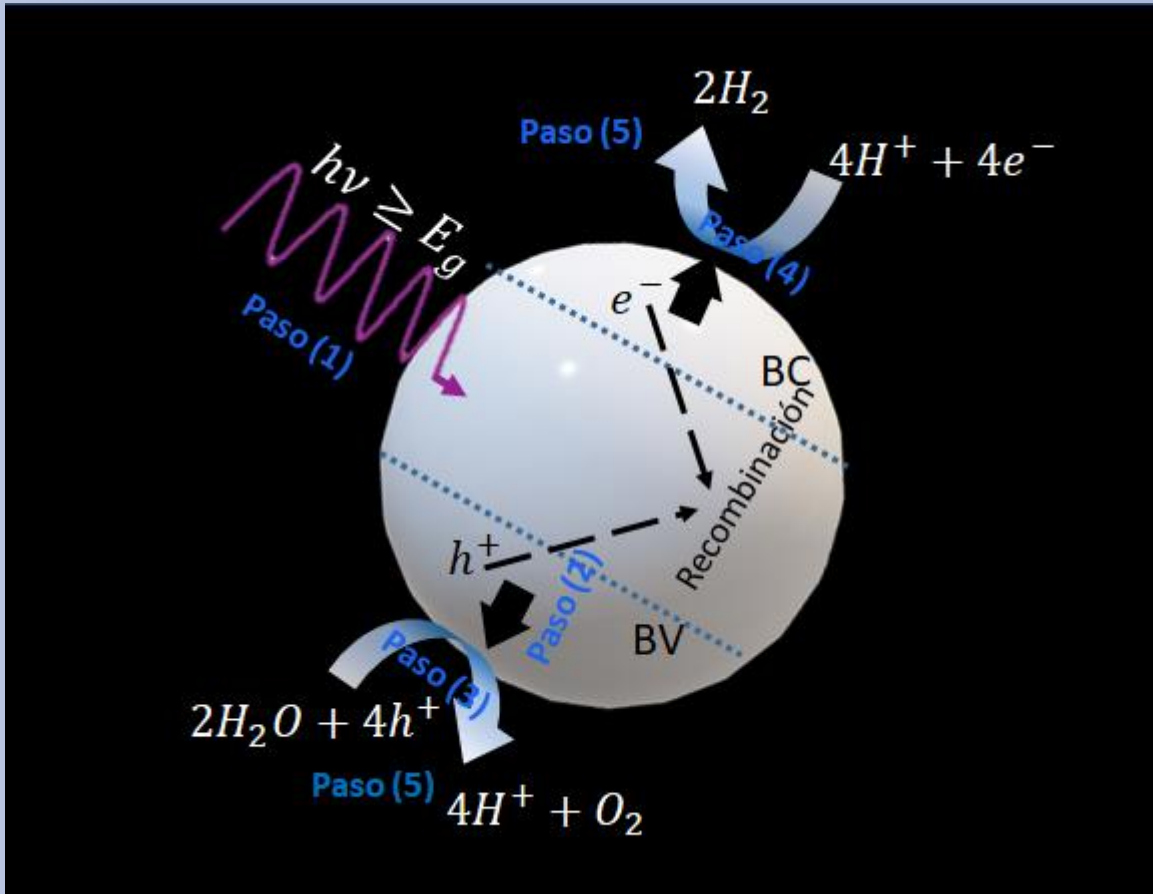
Electrólisis del agua: obtención de hidrogeno verde

Remediación ambiental



Proceso de obtención de H₂

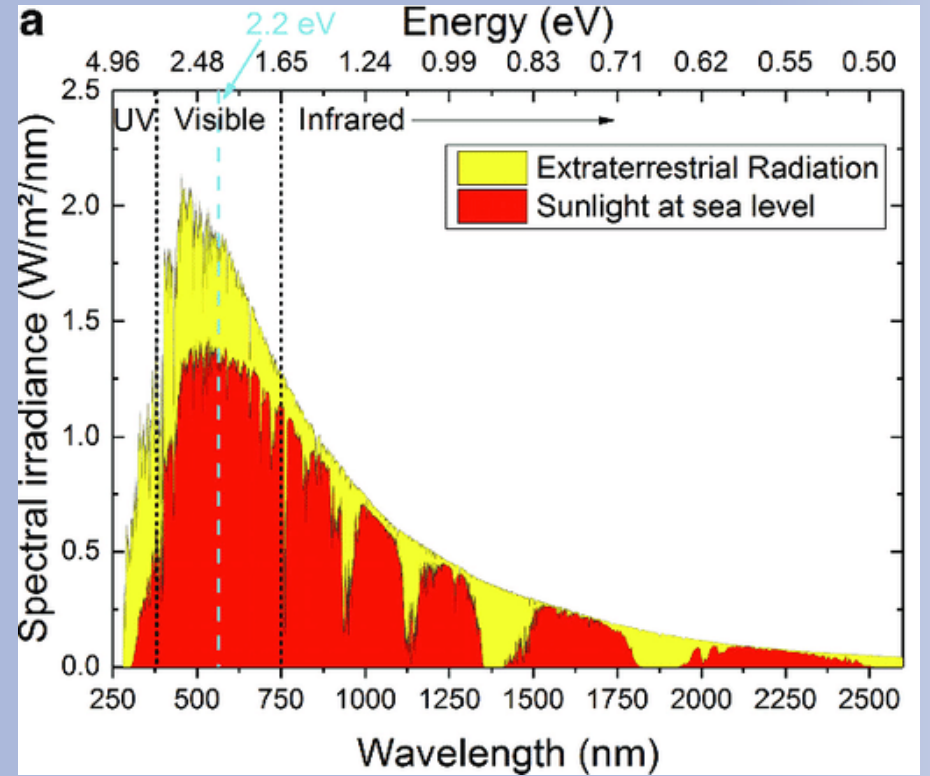
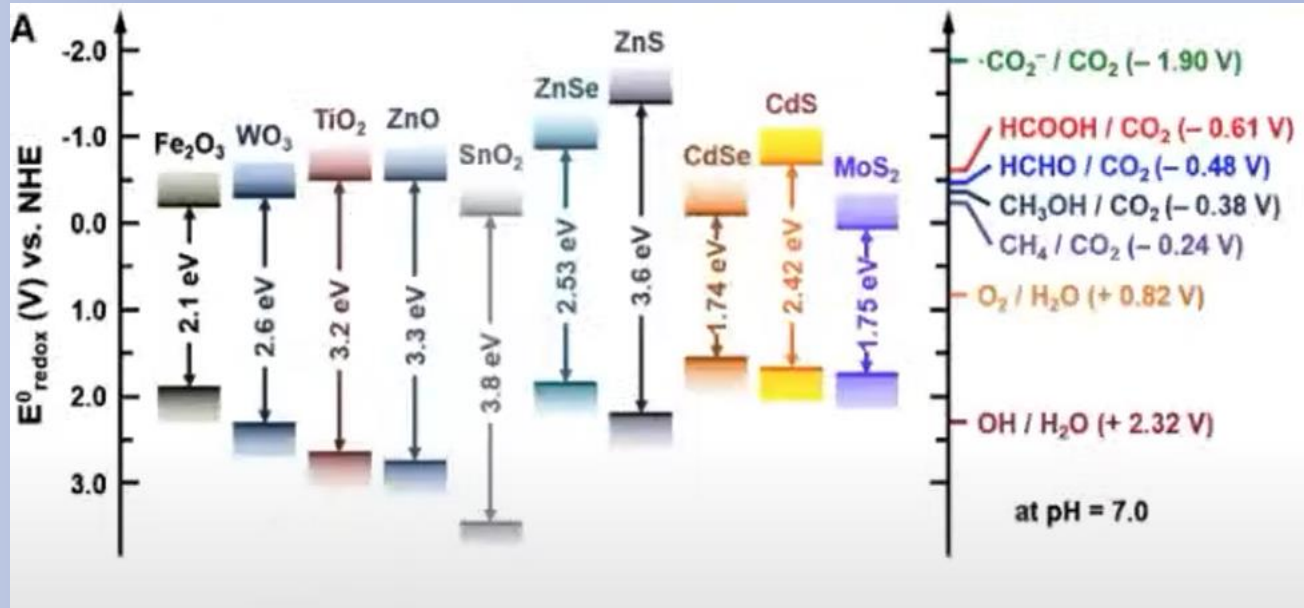
Proceso Fotocatalítico



- (1) Absorción de los fotones, dando lugar a la generación de pares ($e^- - h^+$), en el semiconductor.
- (2) Separación de las cargas.
- (3-4) proceso redox.
- (5) desorción de los productos de la superficie del catalizador.

Esquema de proceso Fotocatalítico

Fotocatalizadores



Introducción

$BaSiO_3$	$SrSiO_3$	$MgSiO_3$
<ul style="list-style-type: none">• Propiedades luminiscentes bajo excitación UV [1].• Propiedades optoelectrónicas y termoeléctricas [2].• Propiedades ópticas de centelleo [3].• Aplicación como diodos emisores [4].• Propiedades ópticas [5].	<ul style="list-style-type: none">• Propiedades luminiscentes [6].• Estudio de las propiedades de luminiscencia de los vitrocerámicos [7].• Propiedades de centelleo y luminiscencia [8].	<ul style="list-style-type: none">• Propiedades luminiscentes [10].• Propiedades ópticas [11].• Aplicación en vidrios [12].• Aplicación en cerámicos y cementos [13].



[1] Zhaoyun Yang at al.

[2] O. Mahmood at al.

[3] Daisuke Nakauchi at al.

[4] Chongfeng Guo at al.

[5] Shambhavi Katyayan at al.

[6] Jinyong Kuang at al.

[7] Zhiguang Cui at al.

[8] Fumiya Nakamura at al.

[10] G.R.Revannasiddappa at al.

[11] Devender Singh at al.

[12] C.D. YinM. Okuno at al.

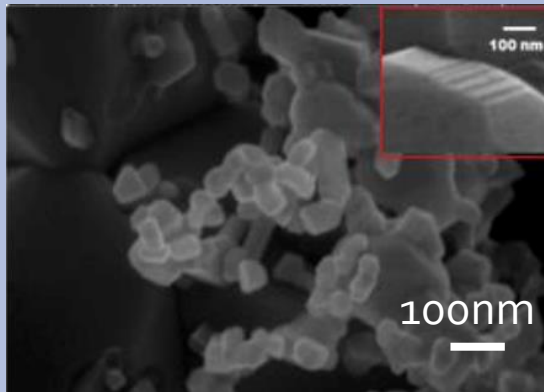
[13] AttaUllah at al.

Antecedentes

Producción de hidrógeno por fotocatalisis bajo la irradiación de la luz UV.

Estanatos de
 $M\text{SnO}_3$ (M: Ca, Ba, Sr)

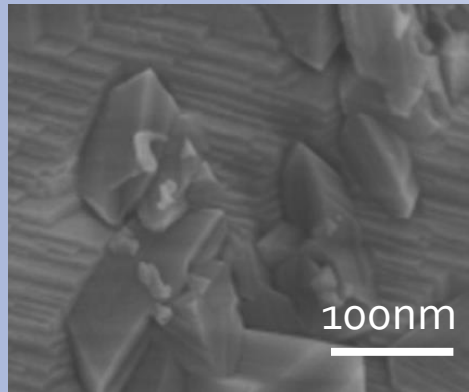
- Perovskita
- Co-precipitación
- Ca, Ba, Sr



Christian Gómez-Solís, et, al., J. Photochem · Photobiol (2019)

Alúmina tipo
espinela
 $M\text{Al}_2\text{O}_4$ (M=Mg,
Sr, Ba)

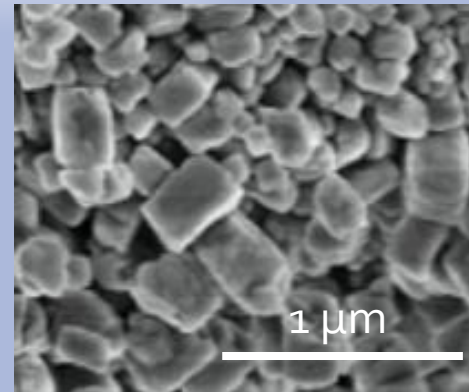
- Tipo espinela
- Estado solido
- Mg, Sr, Ba



Christian Gómez-Solís, et, al., Fuel (2017)

Compuesto tipo
perovskita (Titanatos)
(La/Cr)
 ATiO_3 (A=Ca, Sr, Ba)

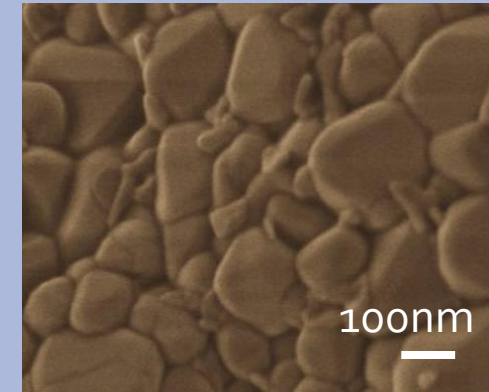
- Perovskita
- Hidrotermal
- Ca, Sr, Ba



Lingwei Lu, et, al., International Journal of Hydrogen Energy (2017)

Alúmina tipo
espinela
 $M\text{Al}_2\text{O}_4$ (M=Ba,
Mg)

- Tipo espinela
- Combustión
- Ba, Mg



Takawira J. Mumanga, et, al., Applied Optics (2020)

Caracterización de los materiales



DRX



SEM

Caracterización



Cromatógrafo



UV-Vis



Raman

Metodología



Síntesis del silicato MSiO_3 (M: Mg, Sr, Ba)– combustión

- Nitrato de Mg, Sr y Ba
- TEOS (Tetraethylorthosilicate)
- Acido Bórico
- Urea
- Agua desionizada

Figura 9: Proceso de Obtención de los materiales

Difracción de Rayos X

El MgSiO_3 presenta una estructura ortorrómbica (29nm), SrSiO_3 presenta estructura monoclinica (33nm) y BaSiO_3 Ortorrómbica (31nm), perdida de simetría.

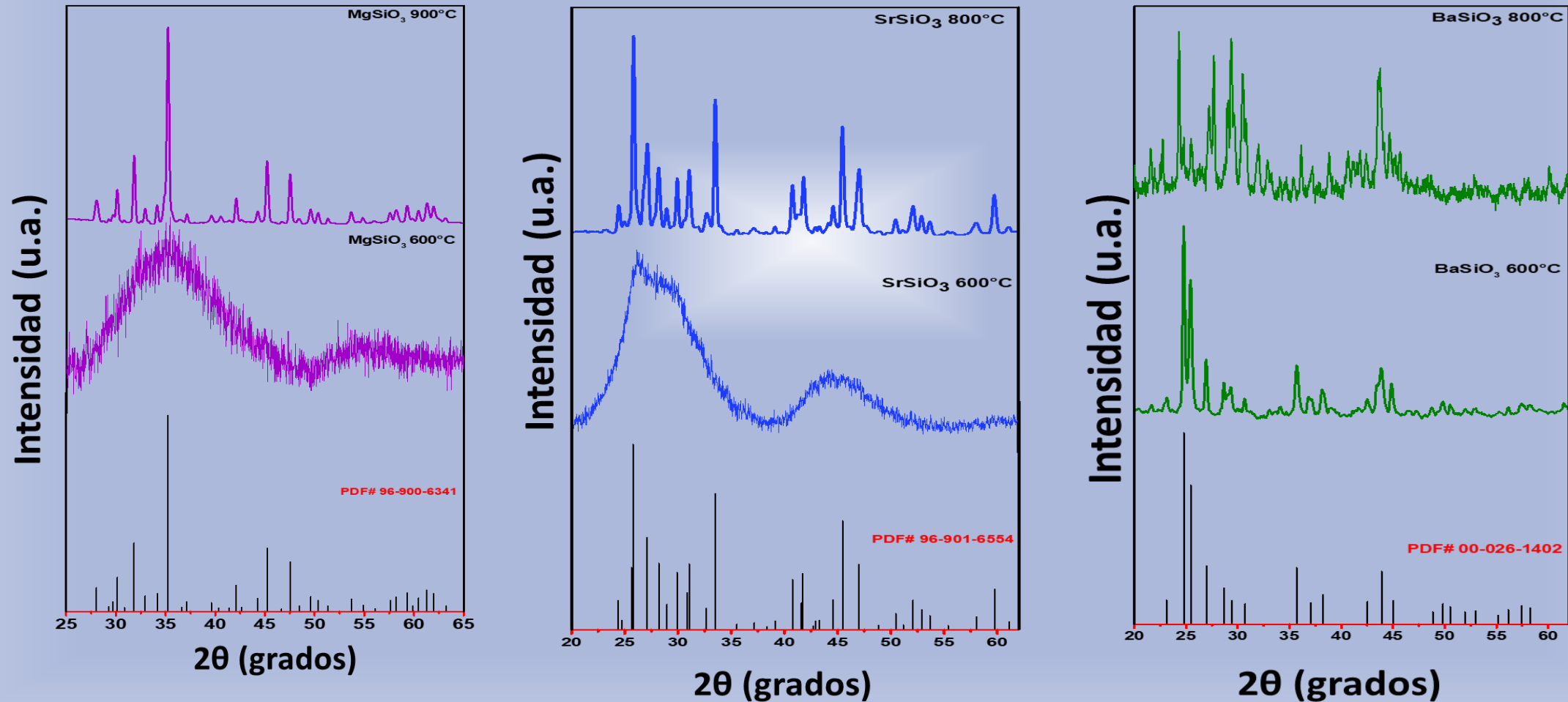
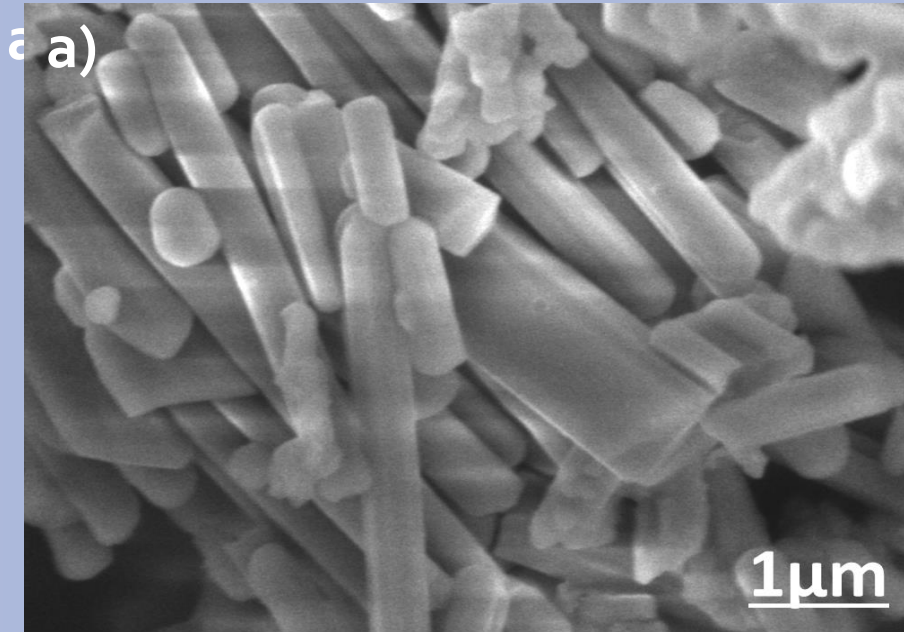


Figura 7: DRX de MSiO_3 (M: Mg, Sr y Ba)

Microscopia Electrónica de Barrido



- MgSiO₃ nanorods .
- SrSiO₃ formación de cúmulos de partículas, fenómeno de coalescencia.
- BaSiO₃ cumulo de laminas y partículas aglomeradas sin forma definida, crecimiento de partículas de tipo rods.

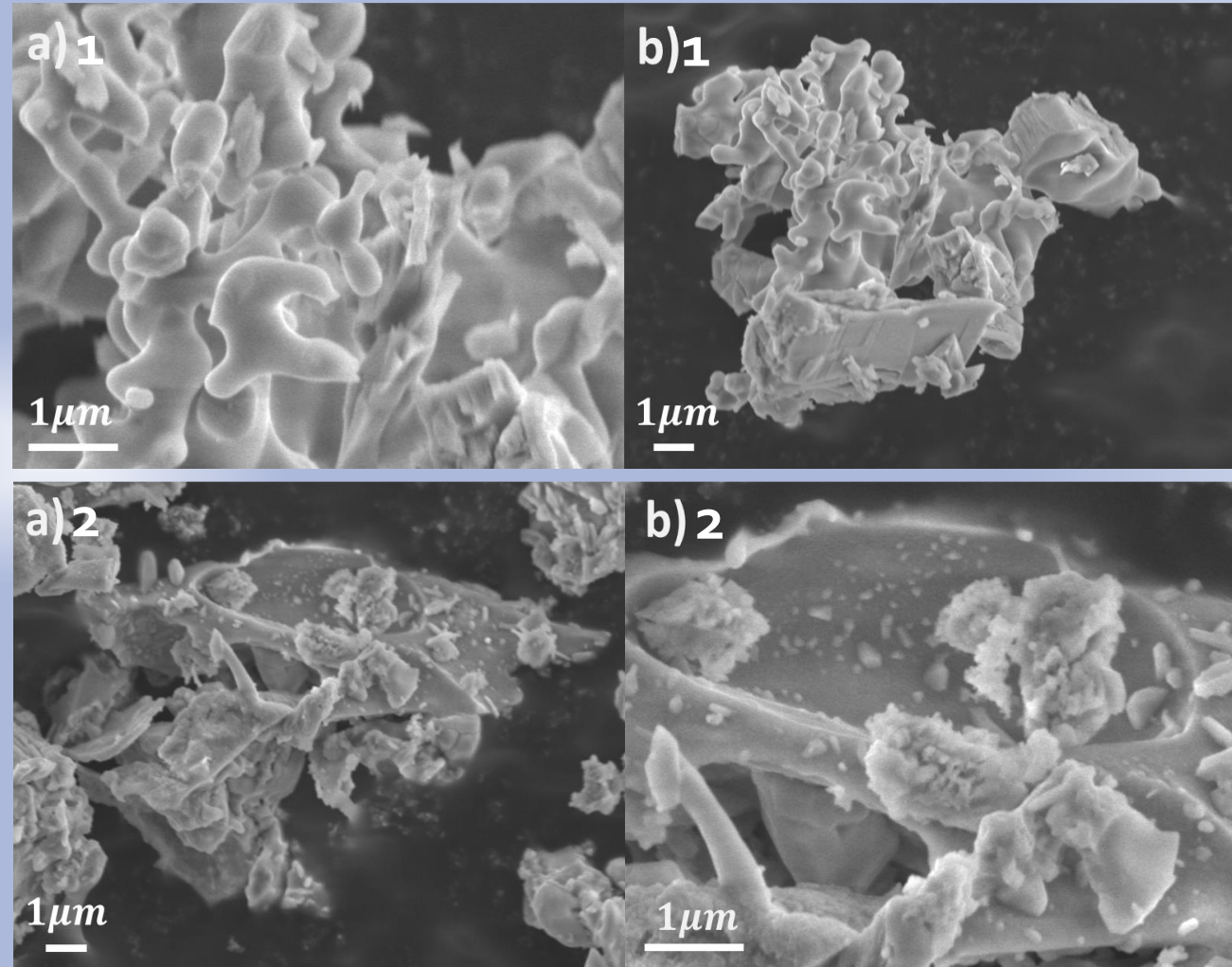
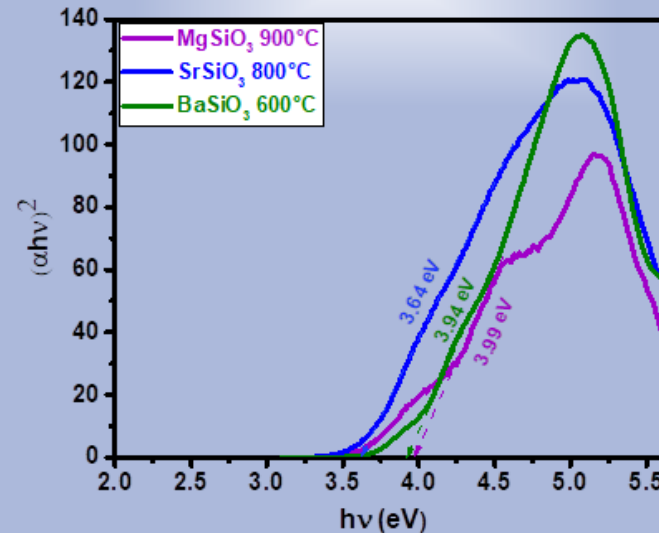
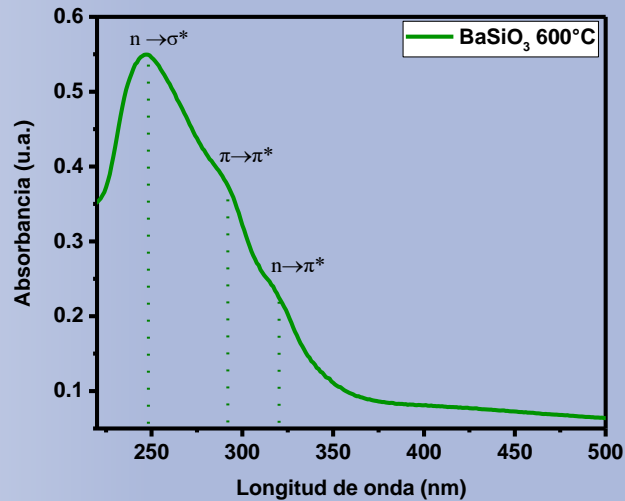
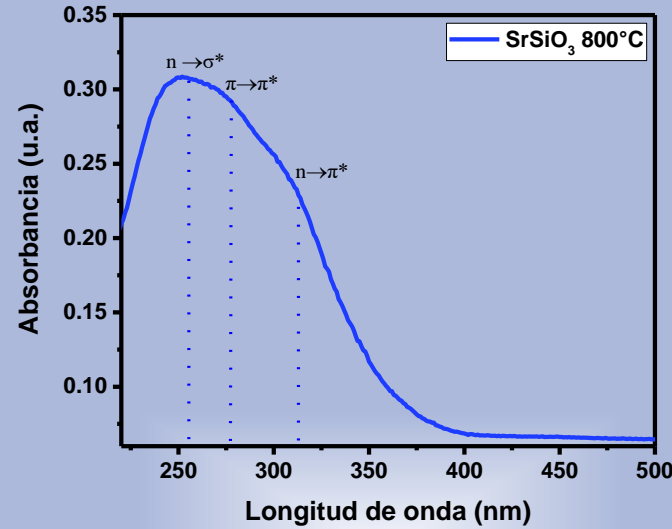
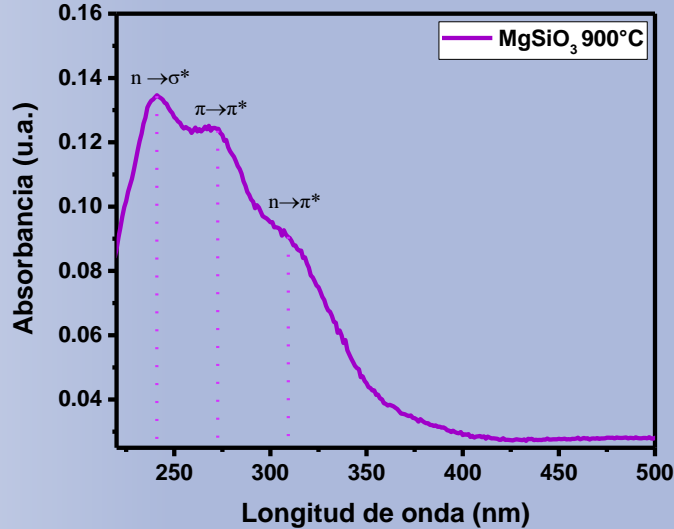


Figura 8: a) MgSiO₃, a)1-b)1: SrSiO₃ y a)2-b)2: BaSiO₃

Absorbancia UV-Vis y Tauc



MgSiO₃: Transiciones de $n \rightarrow \sigma^*$ (245nm), $\pi \rightarrow \pi^*$ (285nm) y $n \rightarrow \pi^*$ (320nm).

SrSiO₃: Transición electrónica de $n \rightarrow \sigma^*$ (260nm), $\pi \rightarrow \pi^*$ (280nm) y $n \rightarrow \pi^*$ (320nm).

BaSiO₃: Transiciones de $n \rightarrow \sigma^*$ (250nm), $\pi \rightarrow \pi^*$ (285nm) y $n \rightarrow \pi^*$ (320nm).

- Especies con enlaces simples y átomos con par de electrones no compartidos.
- Derivan de los dobles enlaces.

Figura 9: Absorbancia y Tauc Plot

Potenciales de banda y PL

Electronegatividad
Banda Prohibida
Energía de potencial Redox

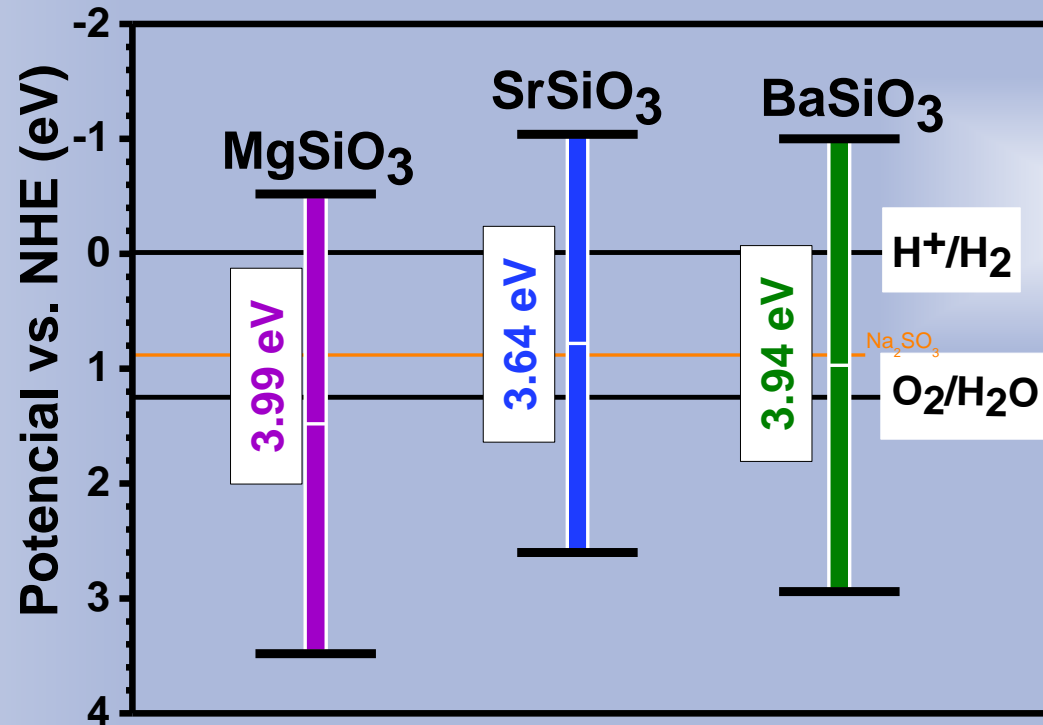


Figura 10: Potenciales de Banda

Presenta baja recombinación de carga, formación de defectos que funcionan como trampas de electrones.

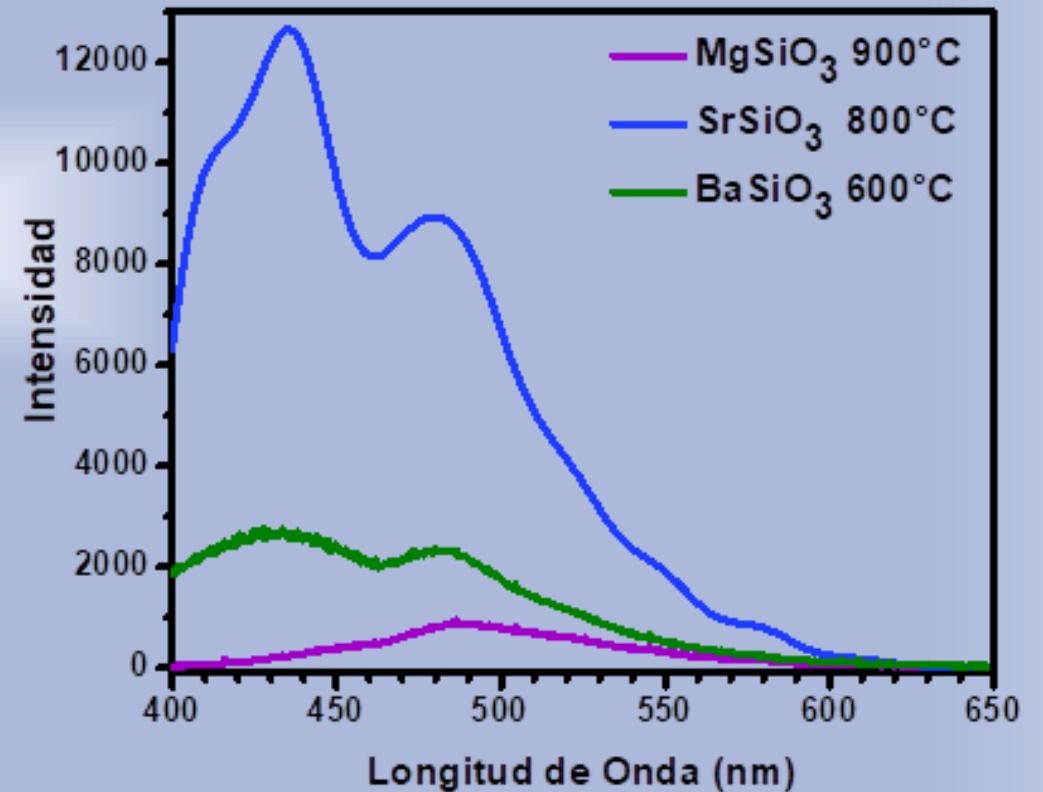


Figura 11: Espectros PL

Producción de Hidrógeno

Reactor de vidrio, tubo de cuarzo, En 200mL de agua desionizada, se adiciona 0.01M de sulfito de sodio y 0.05mg del material .
Se utilizo una lampara UV tipo lápiz de 254nm.

Mecanismo de reacción

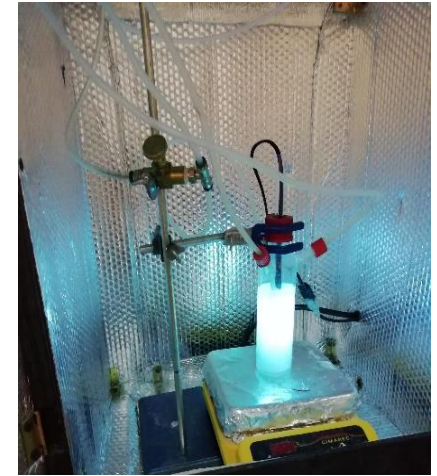
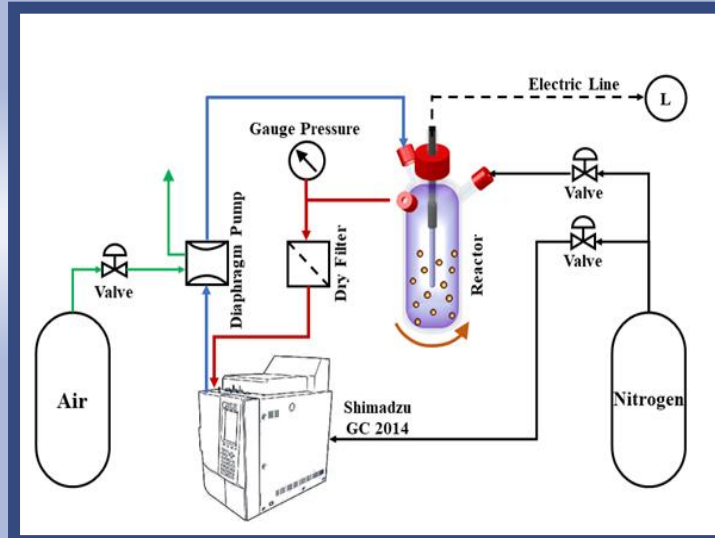
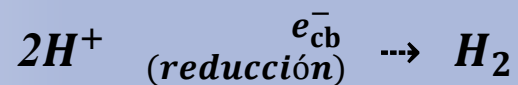
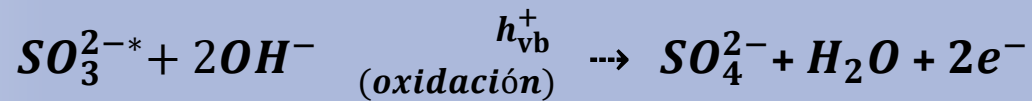
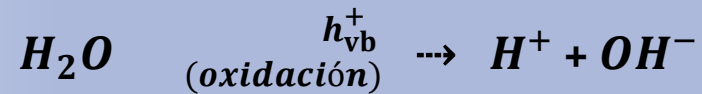
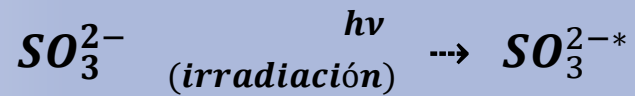
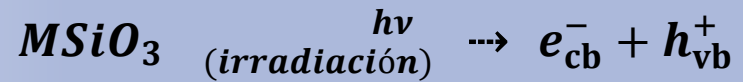


Figura 12: Esquema de reactor
T.J. Mumanga et al. (2020)

Producción de Hidrógeno

$\text{SrSiO}_3 < \text{BaSiO}_3 < \text{MgSiO}_3$ Producción de hidrogeno

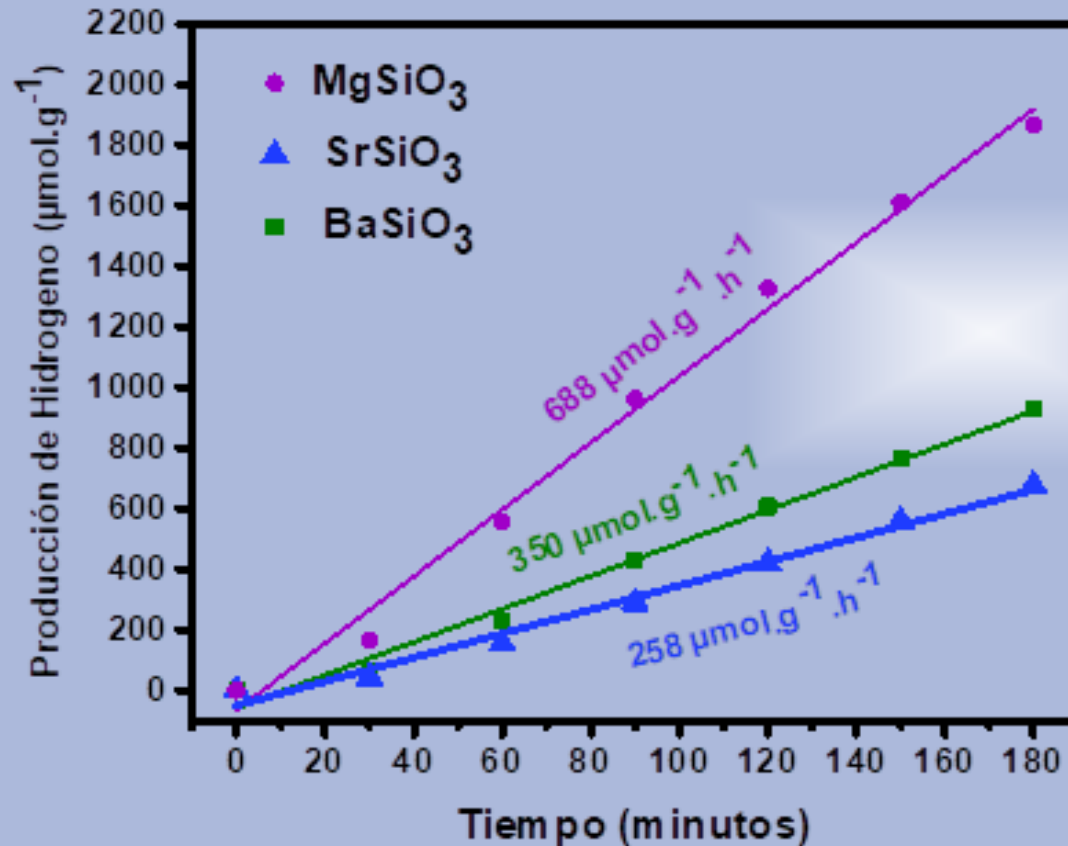


Figura 13: Producción de hidrógeno

Tiene la banda prohibida más amplia de 3,99 eV. Esto hace que MgSiO_3 sea el material más sensible a la irradiación UV.

Tiene la capacidad de oxidación más fuerte porque el potencial electroquímico de su banda de valencia es el más positivo.

PL baja, formación de estados de defectos que funcionan como trampas de electrones, así quedándose mas tiempo para interactuar con las especies absorbidas en la superficie.

Tabla comparativa

Material	Método de síntesis	Cantidad de material	Agente de sacrificio	Tiempo	Producción de hidrogeno
Estanatos $M\text{SnO}_3$ (M: Ca, Ba, Sr)	Co-precipitación	0.2 mg	-	3h	$160 \mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$
Alúmina MAl_2O_4 (M: Mg, Sr, Ba)	Estado Solido	0.2 mg	-	2h	$11 \mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$
MSiO_3 (M: Mg, Sr, Ba)	Combustión	0.05 mg	-	3h	$128 \mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$
Alúmina MAl_2O_4 (M: Mg, Ba)	Combustión	0.05 mg	Trietanolamina	1h30min	$97.3 \mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$
La/Cr ATiO_3 (Ca, Sr, Ba)	hidrotermal	0.1 mg	CH_3OH y NaOH	2h	$15 \mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$
MSiO_3 (M: Mg, Sr, Ba)	Combustión	0.05 mg	NaSO_3	3h	$688 \mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$

Gracias