

# NANOTECNOLOGÍAS: MARAVILLAS E INCERTIDUMBRES EN EL UNIVERSO DE LA QUÍMICA



MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO



# **NANOTECNOLOGÍAS:**

**MARAVILLAS E INCERTIDUMBRES EN EL  
UNIVERSO DE LA QUÍMICA**

**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**  
LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

**MINISTRO DEL TRABAJO Y EMPLEO**  
CARLOS LUPI

**FUNDACENTRO**

**PRESIDENTE EN EJERCICIO**  
EDUARDO DE AZEREDO COSTA

**DIRECTOR EJECUTIVO**  
EDUARDO DE AZEREDO COSTA

**DIRECTOR TÉCNICO**  
JÓFILO MOREIRA LIMA JÚNIOR

**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS**  
HILBERT PFALTZGRAFF FERREIRA

ARGUMENTO  
THOMAZ FERREIRA JENSEN - DIEESE

GUIÓN  
ANTONIO GRACIAS VIEIRA FILHO (TONICO) - COLABORADOR IIEP

TRADUCCIÓN  
LORENA GUIMARÃES

REVISIÓN DE LA TRADUCCIÓN  
AMALIA LEGUIZAMÓN  
(THE GRADUATE CENTER, CITY UNIVERSITY OF NEW YORK (CUNY))

# **NANOTECNOLOGÍAS: MARAVILLAS E INCERTIDUMBRES EN EL UNIVERSO DE LA QUÍMICA**

MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

SÃO PAULO  
2010

Se puede reproducir cualquier parte de esta publicación, siempre que se mencione la fuente.  
Disponible también en: [www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br)

**Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP)**  
**Servicio de Documentación y Biblioteca - S DB / Fundacentro**  
**So Paulo - S P**  
**Erika Alves dos Santos CRB-8/7110**

---

Jensen, Thomaz Ferreira.

Nanotecnología: maravillas e incertidumbres en el universo de la química / Thomaz Ferreira Jensen; guión de Antonio Gracias Vieira Filho. - São Paulo : Fundacentro, 2010.  
24p.: principalmente il. color ; 23 cm. - (Nanotecnología en ciencias ; n. 2).

Producto del proyecto Impactos de la nanotecnología en la salud de los trabajadores y en el medio ambiente, desarrollado por la Fundacentro en asociación con Renanosoma, IIEP, DIESAT, DIEESE, Sindicato de los Metalúrgicos de Osasco, Sindicato de los Químicos de la Región de IABC, Instituto Observatorio Social, ENSP/Fiocruz y Cerest/SP, bajo la coordinación de Arline Sydneia Abel Abel Arcuri.

Texto en español.

ISBN 978-85-98117-54-6

1. Nanotecnología - Riesgo químico - Científico.

I. Vieira Filho, Antonio Gracias. II. Fernandes, Marcus.

CIS Czymia Yc Vekt

CDU 621.039+614.8:544.03(084.1)

---

CIS – Clasificación del "Centre International d'Informations de Sécurité et d'Hygiène du Travail"

CDU – Clasificación Decimal Universal

**Datos técnicos**

Supervisión Editorial: Gláucia Fernandes - Fundacentro  
Corrección de pruebas: Karina Penariol Sanches - Fundacentro  
Ilustración: Marcus Fernandes - Gibbor Brasil

# NANOTECNOLOGÍAS:

MARAVILLAS E INCERTIDUMBRES EN EL UNIVERSO DE LA QUÍMICA.

## NANOMARAVILLAS









LA NANOTECNOLOGÍA ES LA POSIBILIDAD DE TRABAJAR CON LA MATERIA, CON FINES CIENTÍFICOS O INDUSTRIALES, EN LA ESCALA DEL NANÓMETRO. ¡UN CABELLO POR EJEMPLO, TIENE ALGO ASÍ COMO ENTRE 50.000 Y 100.000 NANÓMETROS!

1 METRO (M)

1.000.000.000

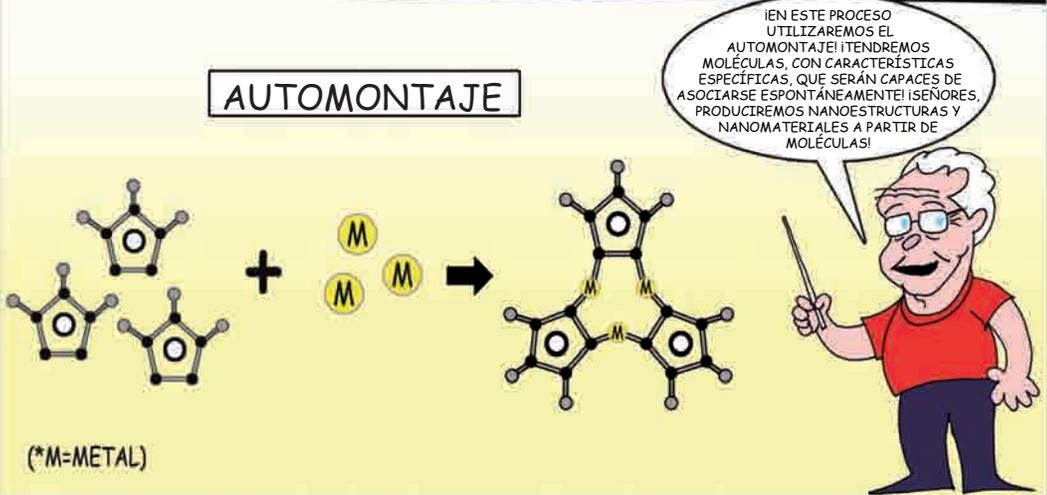
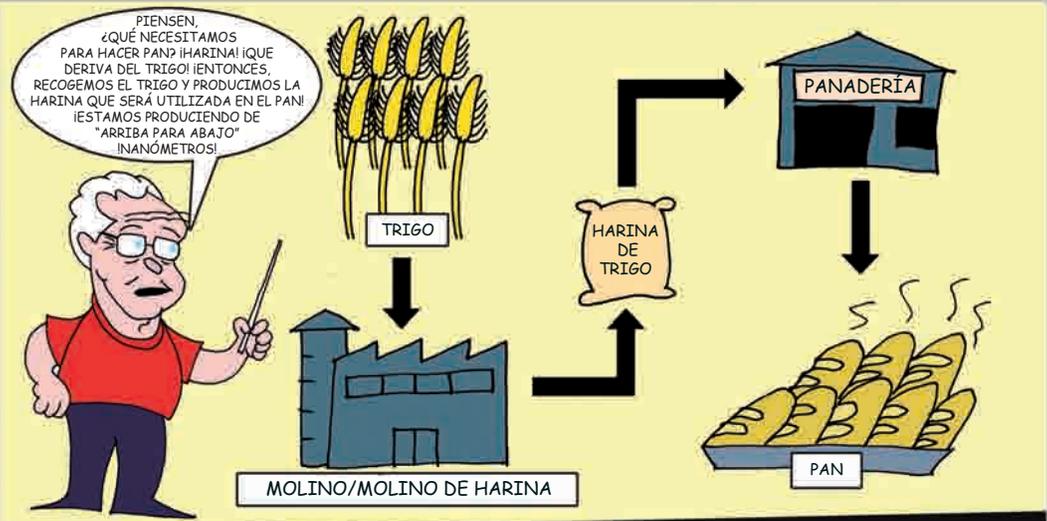
↓

1 NANÓMETRO (NM)

PELO

ENTRE 50.000 Y 100.000 NANÓMETROS DE ESPESURA







EN OTRO STAND...

### NANOTINTAS

LA PINTURA DE SU PRÓXIMO COCHE!

¡FABRICAMOS LA PINTURA DE LOS VEHÍCULOS CON UNA TINTA CON NANOPARTÍCULAS RESISTENTE A RIESGOS!

ESO ESTÁ BUENO, ¿NO ES CIERTO, DON ANTONIO?

CLARO, CLARO... MUCHACHO, ¿USTEDES TIENEN ALGÚN ESTUDIO SOBRE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO PARA LAS PERSONAS QUE PRODUCEN ESAS PINTURAS? ¿ESAS NANOPARTÍCULAS PUEDEN SER TÓXICAS?

### NANOTINTAS

DE SU PRÓXIMO COCHE!

¿ESTUDIO? ¿SEGURIDAD? NO SÉ... PARECE QUE LOS DE LA FÁBRICA ESTÁN PREOCUPADOS CON ESO... ¡PERO TENGO VARIOS BOLÍGRAFOS, BLOCKS, TAZAS Y PANFLETOS PARA DARLES! ¡OBSERQUIO DE LA CASA!...

DON ANTONIO ES TERRIBLE...

¡SOY TERRIBLE, SEÑOR!

DON ANTONIO ATACA DE NUEVO...

### PLÁSTICOS QUE BRILLAN

AQUI FABRICAMOS LOS "OLEDS" QUE UTILIZAMOS EN LOS PLÁSTICOS QUE BRILLAN. SON LÁMINAS FINAS DE UN MATERIAL PARECIDO AL PLÁSTICO, QUE EMITE UNA LUZ CUANDO RECIBE ENERGÍA ELÉCTRICA.

¡ES INCRÍBLE! ¡PLÁSTICOS QUE BRILLAN!

¿PARA QUÉ SIRVEN ESOS OLEDS, MUCHACHO?

### PLÁSTICOS QUE BRILLAN

YA PODEMOS ENCONTRARLOS EN VISORES DE MÁQUINAS FOTOGRAFICAS DIGITALES Y FILMADORAS. ¡EN EL FUTURO ESTARÁN PRESENTES EN LAS PANTALLAS DE LOS TELÉFONOS CELULARES Y LAS COMPUTADORAS PORTÁTILES!

¡ESO ES INNOVACIÓN!

¡ESTA VEZ YO TAMBIÉN ESTOY SORPRENDIDO!

### PLÁSTICOS QUE BRILLAN

LA PRODUCCIÓN DE ESTOS NUEVOS VISORES ES MÁS BARATA QUE LA DE LAS PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO QUE USAMOS EN LA ACTUALIDAD. ¡Y LOS OLEDS POSEEN LUZ PROPIA, LO CUAL RESULTA EN UN BAJO CONSUMO DE ENERGÍA!

¡OH!

¡SÍ, OH!

ENTIENDO... ¿PERO USTEDES INVIERTEN EN ESTUDIOS SOBRE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES Y CONSUMIDORES? ¿Y LOS DESECHOS DE ESTOS PRODUCTOS EN EL MEDIO AMBIENTE?

UF... EL HOMBRE QUE SIEMPRE PREGUNTA POR LA SALUD Y LA SEGURIDAD... ¿QUIEREN VER LOS OBSEQUIOS?

### PLÁSTICOS QUE BRILLAN



# TRANSPORTADORA NUEVO UNIVERSO



LOS CHOFERES Y  
AYUDANTES MEJOR  
ENTRENADOS DEL MERCADO

¡HABÍAMOS DICHO  
MEDIA HORA, MUCHACHOS!  
¡USTEDES SE FUERON HACIENDO  
MÁS DE UNA HORA! ¿QUÉ  
ESTUVIERON HACIENDO?

¡DOÑA SANDRA,  
FUERON MUCHAS  
NOVEDADES  
FANTÁSTICAS!

EL PASEO FUE  
IMPORTANTE, DOÑA  
SANDRA. NO TIBAMOS A  
APRENDER MUCHO SOBRE  
NANOTECONOLOGÍA AQUÍ  
PARADOS. ¿NO ES  
CIERTO?



ESTÁ BIEN, CHICOS.  
CREO QUE TIENES  
RAZÓN. DEBE HABER  
SIDO UN BUEN  
PASEO.

¿Y ESO? ¿SE SENTIRÁ  
BIEN? ¡DOÑA SANDRA  
FUE COMPRESIVA!



¡ESTOY MUY CONTENTA,  
CHICOS! ¡CERRÉ UN GRAN NEGOCIO  
PARA NUESTRA TRANSPORTADORA AQUÍ  
EN LA FERIA! ¡REALIZAREMOS EL  
TRANSPORTE DE NANOCOMPUESTOS ENTRE  
UNA PETROQUÍMICA  
ESPECIALIZADA EN RESINAS  
PLÁSTICAS Y UNA FÁBRICA  
DE ENVASES!



Y COMO LOS APRECIO  
TANTO, COLABORADORES  
MÍOS, ¡DECIDÍ QUE LOS DOS  
VAN A REALIZAR EL  
TRANSPORTE INAUGURAL!  
¡BAJO MI SUPERVISIÓN!

AH...  
QUÉ BUENO...

VA A HACER  
AUTOSTOP OTRA VEZ  
EN EL CAMIÓN, ¿NO  
ES CIERTO, DOÑA  
SANDRA?



¿AUTOSTOP YO?  
¡NO, YO VOY EN TAXI!  
¡AVERIGÜEN LA DIRECCIÓN DE LA  
PETROQUÍMICA DONDE VAMOS A IR  
A BUSCAR LOS NANOCOMPUESTOS Y  
NOS ENCONTRAMOS ALLÁ MAÑANA  
A LAS 8. ¡TAMBIÉN VAMOS A  
DAR UNA VUELTA POR LA  
EMPRESA!

¡PFIU! ¡IELLA VA  
EN TAXI!



# PETROPLAST: INNOVACIONES EN PLÁSTICOS

MUCHACHOS, ÉL ES HENRIQUE, DIRECTOR COMERCIAL DE PETROPLAST.

BUEN DÍA, DOCTOR HENRIQUE.

BUEN DÍA, SEÑORES. Y POR FAVOR, NADA DE DOCTOR. HENRIQUE ESTÁ MUY BIEN.

BUAHHH... BUEN DÍA...

NUESTRA EMPRESA ESTÁ AVANZANDO EN LA PRODUCCIÓN DE LOS NANOCOMPUUESTOS. EL PRODUCTO ES MUY BIEN RECIBIDO EN EL MERCADO, Y PRECISAMOS AMPLIAR NUESTROS CANALES DE DISTRIBUCIÓN.

PETROPLAST ES UNA PETROQUÍMICA, Y TRABAJAMOS CON MATERIALES POTENCIALMENTE DAÑINOS A LA SALUD. NECESITAMOS UNA TRANSPORTADORA QUE TOMÉ LOS CUIDADOS DETERMINADOS POR LA LEGISLACIÓN VIGENTE.

¡QUÉDESE TRANQUILO, HENRIQUE! LA TRANSPORTADORA NUEVO UNIVERSO ESTÁ PREPARADA PARA ESA TAREA! ¿NO ES CIERTO, MUCHACHOS?

DOÑA SANDRA, CONSIDERANDO LOS RIESGOS, ¿NO SERÍA MEJOR QUE PRIMERO EXAMINÁRAMOS LA CARGA?

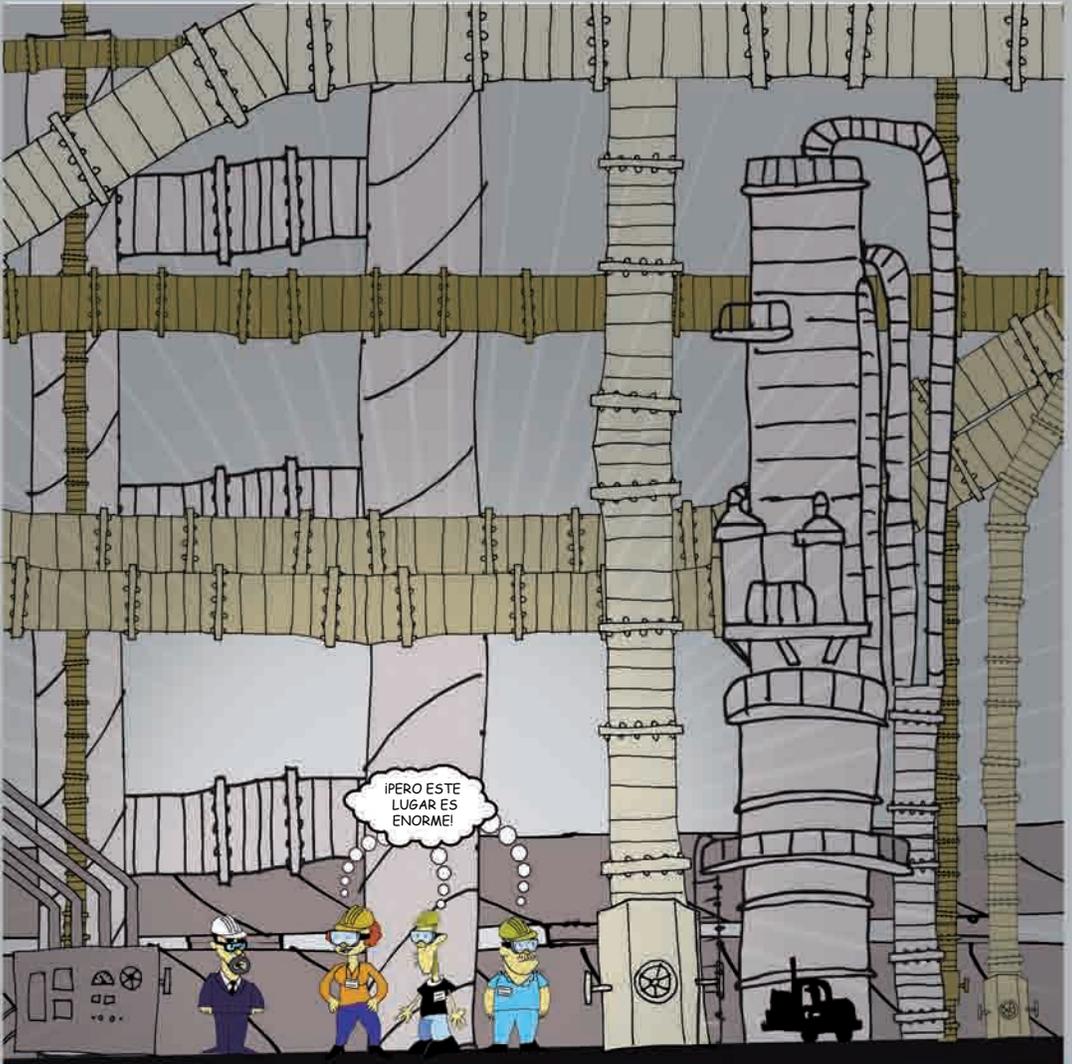
¡PERO QUÉ LINDA MARIPOSA! ¡CUCHI CUCHI!

ACOMPÁÑENME, POR FAVOR. VAMOS A CONOCER LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PETROPLAST.

¡QUÉ PESADO ES ESTE CHOFER! SIEMPRE "CUIDADO CON ESTO, PREOCUPADO CON AQUELLO" ...¡UFI!

¡VAMOS!

¿ADÓNDE VAMOS?



¡PERO ESTE LUGAR ES ENORME!



POR EJEMPLO, PODRÍAMOS NECESITAR ALGUNAS TONELADAS DE RESINAS PLÁSTICAS PARA UNA FÁBRICA DE ENVASES. NOSOTROS TRABAJAMOS CON LA PRODUCCIÓN DE ESAS RESINAS, QUE SALEN DE AQUÍ EN ESTE FORMATO DE PEQUEÑOS FRAGMENTOS.

RESINAS PLÁSTICAS → MÁQUINA INYECTORA → EMBALAJES

FINALMENTE, EN LA FÁBRICA DE ENVASES LA RESINA SE CALIENTA Y SE COLOCA EN MOLDES O LA INYECTAN DURANTE LA FABRICACIÓN DE LOS MÁS VARIADOS TIPOS DE ENVASES.

ES INCREÍBLE, ¿NO ES CIERTO, MUCHACHOS?

¡SÍ, DOÑA SANDRA... ¡ES MUY INTERESANTE!





ELLA ES OLGA, INTEGRANTE DE LA CIPA DE PETROPLAST. OLGA, ELLOS SON LOS REPRESENTANTES DE LA TRANSPORTADORA NUEVO UNIVERSO: SANDRA, ANTONIO Y GABRIEL.

HOLA, USTED DEBE SABER TANTO COMO DON ANTONIO...

DE LA CIPA

¡MUCHO MÁS!

¿CÓMO ES LA CIPA AQUÍ?



NUESTRA COMISIÓN INTERNA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ES COMO LA DE USTEDES. EN LA TRANSPORTADORA, CUMPLE CON LA NORMATIVA REGULADORA 5, ESTÁ FORMADA POR EMPLEADOS Y REALIZA ACTIVIDADES PARA GARANTIZAR LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EN SU LOCAL DE TRABAJO, COMO LO INDICAN LAS LEYES DEL MINISTERIO DE TRABAJO...



Y NO SE OLVIDE DE QUE EL MEDIO AMBIENTE DEBE SER UNA PREOCUPACIÓN DE LA CIPA, ¿NO ES CIERTO, OLGA?

LA CIPA ES IMPORTANTE... PERO ES UN ORGULLO TRABAJAR EN UNA EMPRESA NANOTECNOLÓGICA, ¿VERDAD?

¿NO ES CIERTO, DOÑA OLGA?



PARA SER SINCERA, ME PREOCUPA LA PRODUCCIÓN DE NANOCOMPUESTOS A ESCALA INDUSTRIAL, LOS ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DE LAS NANOPARTÍCULAS EN LA SALUD DE TRABAJADORES Y CONSUMIDORES - Y TAMBIÉN EN EL MEDIO AMBIENTE, DON ANTONIO - AÚN SON MUY LIMITADOS...



AHORA ESTÁ CLARO DE DÓNDE VIENE TODO EL PESIMISMO DE DON ANTONIO...

AY... OTRA VEZ...

¡AHORA SE LA VAN A TOMAR CON DOÑA SANDRA!

¿PESIMISMO? ¡OLGA, CONTINÚA!

TABLA DE AVISOS

SALA DE LA CIPA





¡LAS EMPRESAS DEBERÍAN INFORMAR A LOS TRABAJADORES Y A LA SOCIEDAD SOBRE EL USO DE MATERIALES NANO! POR ESO REIVINDICAMOS QUE EL ACUERDO COLECTIVO DE TRABAJO EXIJA QUE LA EMPRESA COMUNIQUE A LA CIPA SI UTILIZA NANOTECNOLOGÍA DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO!



NO ENTENDÍ, DOÑA OLGA... CIPA, TRABAJADORES, NANOTECNOLOGÍA... ¿CÓMO SE RELACIONA TODO ES?



¡LA CIPA ES UN INSTRUMENTO DEL QUE SE DEBEN VALER LOS TRABAJADORES! ELLOS PUEDEN Y DEBEN CONTRIBUIR CON LA COMISIÓN, AYUDANDO A IDENTIFICAR LOS RIESGOS PRESENTES EN SU AMBIENTE DE TRABAJO!

DE ESA MANERA, EN CASO DE EXISTIR ALGÚN RIESGO A LA SALUD EN EL LUGAR DE TRABAJO QUE INVOLUCRE A LAS NANOTECNOLOGÍAS...

AY, ESTOS SINDICALISTAS...

¡LOS TRABAJADORES DEBEN COMUNICARLO A LA CIPA!



¡DEBE EXISTIR UNA "FICHA DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS" PARA CADA UNO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS, Y ESTAR DISPONIBLE PARA LOS TRABAJADORES EN LOS LUGARES DE TRABAJO!

**FISPQ**  
 (FICHA DE INFORMACIÓN DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS)

- 1-IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA
- 2-COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES
- 3-IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS
- 4-MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS



EL PROBLEMA ES QUE LA HDSM EXISTENTE NO VALE PARA LOS MISMOS MATERIALES A ESCALA NANOMÉTRICA.



ESTE CÓMIC ES EL FRUTO DEL PROYECTO “IMPACTOS DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES Y EN EL MEDIO AMBIENTE”, INICIADO EN EL 2007 EN LA FUNDACENTRO. TAL PROYECTO SE DESARROLLA EN ASOCIACIÓN CON RENANOSOMA (RED DE INVESTIGACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE), DIEESE (DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTADÍSTICA Y ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS), DIESAT (DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES SOBRE LA SALUD Y LOS AMBIENTES LABORALES), IIEP (INTERCAMBIO, INFORMACIONES, ESTUDIOS E INVESTIGACIONES), SINDICATO DE LOS QUÍMICOS DE LA REGIÓN DEL ABC, SINDICATO DE LOS METALÚRGICOS DE OSASCO (SÃO PAULO), INSTITUTO OBSERVATORIO SOCIAL, ENSP/FIOCRUZ (ESCUELA NACIONAL DE SALUD PÚBLICA/FUNDACIÓN OSWALDO CRUZ) Y CEREST/SP (CENTRO DE REFERENCIA EN SALUD DEL TRABAJADOR DEL ESTADO DE SÃO PAULO).

ESTE CÓMIC FUE DESARROLLADO POR THOMAZ FERREIRA JENSEN Y ANTONIO GRACIAS VIEIRA FILHO, QUE ELABORARON EL ARGUMENTO Y EL GUIÓN EN DIÁLOGO CON EL EQUIPO DEL PROYECTO "IMPACTOS DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES Y EN EL MEDIO AMBIENTE". LA IDEA INICIAL DE UTILIZAR UNA EMPRESA DE TRANSPORTE EN TODAS LAS HISTORIAS DE LA SERIE FUE DE ALEXANDRE CUSTÓDIO PINTO Y LOS PERSONAJES DE LA TRANSPORTADORA FUERON CREADOS POR JOÃO ANTONIO GARCIA, O JÃO GARCIA.

OTROS TEXTOS SOBRE EL TEMA SE PUEDEN ENCONTRAR EN:

- [HTTP://WWW.FUNDACENTRO.GOV.BR/INDEX.ASP?D=NANO](http://www.fundacentro.gov.br/index.asp?D=NANO)
- [HTTP://BLOG.IIEP.ORG.BR/NANOTECNOLOGIA](http://blog.iiiep.org.br/nanotecnologia)
- [HTTP://NANOTECNOLOGIA.INCUBADORA.FAPESP.BR/PORTAL](http://nanotecnologia.incubadora.fapesp.br/portal)



---

**Sobre los cm ics**  
**Compuesto en Boopee cuerpo 14 en papel offset**  
**120 g/m2 (interior) y cartn supremo**  
**250 g/m2 (portada) en el formato 16 x 23 cm**  
**Impresión: Gráfica de la Fundacentro**  
**1a edicin : 2010**  
**Tiraje: 5.000 ejemplares**

---

**MINISTÉRIO**  
**DO TRABALHO E EMPREGO**



**FUNDACENTRO**  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710  
S o Paulo - SP  
CEP 05409-002  
tel.: 3066-6000

**[www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br)**



**MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO**



**FUNDACENTRO**  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

ISBN 978-85-98117-54-6

