

Américo Junior Nunes da Silva  
(Organizador)

**Investigação científica em**

***matemática***  
**e suas aplicações 2**

Américo Junior Nunes da Silva  
(Organizador)

**Investigação científica em**



**matemática**  
**e suas aplicações 2**

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Investigação científica em matemática e suas aplicações 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Américo Junior Nunes da Silva

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I62      Investigação científica em matemática e suas aplicações 2 /  
Organizador Américo Junior Nunes da Silva. – Ponta  
Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0394-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.944223008>

1. Matemática. I. Silva, Américo Junior Nunes da  
(Organizador). II. Título.

CDD 510

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A realidade do país e as diferentes problemáticas evidenciadas ao longo dos anos têm demandado questões muito particulares e mobilizado pesquisadores em busca de respostas a inúmeras inquietudes. É inegável que a pesquisa científica se constitui como importante mecanismo na busca dessas respostas e no melhorar a vida das pessoas e, nesse ínterim, a Matemática ocupa um lugar importante.

É neste sentido que o livro “*Investigação Científica em Matemática e suas Aplicações 2*” nasceu: como forma de permitir que as diferentes experiências de pesquisadores vinculados a Matemática e Educação Matemática sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para outros sujeitos. Reunimos aqui trabalhos de pesquisa e relatos de experiências de diferentes práticas que surgiram no interior da universidade e escola, por estudantes e professores/as pesquisadores/as de diferentes instituições do Brasil e de outros países.

O fazer Matemática vai muito além de aplicar fórmulas e regras. Existe uma dinâmica em sua construção que precisa ser percebida. Importante, nos processos de ensino e aprendizagem dessa ciência, priorizar e não perder de vista o prazer da descoberta, algo peculiar e importante no processo de matematizar. Isso, a que nos referimos anteriormente, configura-se como um dos principais desafios do educador matemático; e sobre isso abordaremos também nessa obra.

Esperamos que este livro, da forma como o organizamos, desperte nos leitores provocações, inquietações, reflexões e o (re)pensar da própria prática docente, para quem já é docente, e das trajetórias de suas formações iniciais para quem encontra-se matriculado em algum curso superior. Que, após essa leitura, possamos olhar para a sala de aula e para a Matemática com outros olhos, contribuindo de forma mais significativa com todo o processo educativo. Desejo, portanto, uma ótima leitura.

Américo Junior Nunes da Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO DO CAMPO: PERSPECTIVAS PARA A INTERAÇÃO PROFESSOR-ALUNO

Jonatan Miotto

Gladys Denise Wielewski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230081>

### **CAPÍTULO 2..... 17**

MONTAGEM E ANÁLISE DE FLUXOS DE CAIXA DE INVESTIMENTO PRODUTIVO NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRANDO A MATEMÁTICA FINANCEIRA COM O ENSINO DE INFORMÁTICA, GESTÃO E PRODUÇÃO

Fabio Ferrite Lisauskas

Eduardo André Mossin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230082>

### **CAPÍTULO 3..... 31**

TECENDO CAMINHOS PARA O LETRAMENTO MATEMÁTICO, NOS ANOS INICIAIS: EXPLORAÇÃO, RESOLUÇÃO E PROPOSIÇÃO DE PROBLEMAS

Kátia Joana de Queiroz

Silvanio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230083>

### **CAPÍTULO 4..... 41**

UM MÉTODO DE PONTOS INTERIORES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS LINEARES DISCRETOS MAL-POSTOS

Emídio Santos Portilho Júnior

Aurelio Ribeiro Leite de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230084>

### **CAPÍTULO 5..... 48**

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO: UMA PROPOSTA APRESENTADA PARA APRENDIZAGEM DAS QUATROS OPERAÇÕES COM FRAÇÕES NO 6º ANO

Gabriele Rodrigues dos Santos

Karina Rodrigues dos Santos

Maria Silvana Dias Mascarenhas

Larisse Lorrane Monteiro Moraes

Cleyton Pinho Damascena

Gabriel Wanzeler Souza

Giovana Sousa Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230085>

### **CAPÍTULO 6..... 62**

MODELOS MATEMÁTICOS DEL ESTRÉS, UN ANÁLISIS DE CONTENIDO

Franyelit María Suárez-Carreño

Alexander Castillo Perdomo  
Luis Eduardo García Núñez  
Verónica Victoria Luzuriaga Gutiérrez  
Luis Rosales-Romero  
Flor Omar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230086>

**CAPÍTULO 7..... 79**

**UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA GEOGEBRA NO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Arianne Vellasco Gomes  
Emília de Mendonça Rosa Marques

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230087>

**CAPÍTULO 8..... 90**

**OS DESDOBRAMENTOS TEÓRICOS DA PROPORCIONALIDADE NA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA**

Mayra Taís Albuquerque Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230088>

**CAPÍTULO 9..... 101**

**FORMAÇÃO DE PROFESSORES REFLEXIVOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NAS SÉRIES INICIAIS DE UMA ESCOLA PÚBLICA NO INTERIOR DE MINAS GERAIS**

Juscelaine Martins de Freitas  
Cláudia Carreira da Rosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9442230089>

**CAPÍTULO 10..... 108**

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ALGUMAS MEDIDAS DE COMPRIMENTO: METRO, MILÍMETRO E CENTÍMETRO PARA O 6º ANO**

Angélica da Silva Pinto Alencar  
Érica Pantoja da Silva  
Karen Conceição Moraes Carneiro  
Larisse Lorrane Monteiro Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300810>

**CAPÍTULO 11..... 121**

**LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA: A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS MANIPULATIVOS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA – POLIEDROS REGULARES**

Alexandre Souza de Oliveira  
Sergiano Guerra de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300811>

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>136</b>
<b>O GEOGEBRA E O IF GOIÁS – TRABALHOS DESENVOLVIDOS</b>	
Maxwell Gonçalves Araújo	
Ana Cristina Gomes de Jesus	
Luciano Duarte da Silva	
Paulo Sebastião Ribeiro	
Franciane José da Silva	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300812">https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300812</a>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>142</b>
<b>ALGUMAS DIFICULDADES EVIDENCIADAS NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES INICIANTES DE MATEMÁTICA</b>	
Emerson Batista Ferreira Mota	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300813">https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300813</a>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>151</b>
<b>A APLICAÇÃO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA FACILITADORA NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZADO DE GRANDEZAS E MEDIDAS PARA O 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL</b>	
Keliton Cavalcante Pinheiro	
Lorrayne Cristina Carvalho de Souza	
Thiago Ferreira Rodrigues	
Larisse Lorrane Monteiro Moraes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300814">https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300814</a>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>164</b>
<b>A ABORDAGEM DO ALGORITMO DA DIVISÃO NO CONJUNTO DOS NÚMEROS RACIONAIS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO A PARTIR DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b>	
Tayná de Souza Alencar	
Lucília Batista Dantas Pereira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300815">https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300815</a>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>191</b>
<b>A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NA AULA DE FÍSICA</b>	
Niomar Bolano Jalhium	
Rogério Falasca Alexandrino	
Fernanda Cátia Bozelli	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300816">https://doi.org/10.22533/at.ed.94422300816</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>196</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>197</b>

## MODELOS MATEMÁTICOS DEL ESTRÉS, UN ANÁLISIS DE CONTENIDO

*Data de aceite: 01/08/2022*

### **Franyelit María Suárez-Carreño**

Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial  
Quito-Ecuador  
<http://orcid.org/0000-0002-8763-5513>

### **Alexander Castillo Perdomo**

Universidad Nacional de San Agustín  
<https://orcid.org/0000-0001-9875-2654>

### **Luis Eduardo García Núñez**

Universidad Nacional de San Agustín  
<https://orcid.org/0000-0003-1441-4792>

### **Verónica Victoria Luzuriaga Gutiérrez**

Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería en Biotecnología  
Quito-Ecuador  
<http://orcid.org/0000-0003-1904-1729>

### **Luis Rosales-Romero**

Universidad Politécnica de Venezuela, UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz  
Ciudad Guayana, Venezuela  
<http://orcid.org/0000-0002-7787-9178>

### **Flor Omar**

Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial  
Quito-Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0002-3455-5982>

**RESUMEN:** En medicina, el estrés o síndrome general de adaptación, es visto como una

preocupación por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes definen el estrés laboral como la reacción que puede tener el individuo ante exigencias y presiones laborales. Estas exigencias pueden variar de un individuo a otro, ya que se ven afectadas por la cultura, el nivel académico, las habilidades individuales, el entorno y las concepciones primarias de la persona desde su formación. La detección del estrés ocupó a gran parte de la comunidad médica, de tal forma que se lograron avances significativos para su inclusión y reconocimiento como enfermedad ocupacional en 1950. En este trabajo se analizan las propuestas desarrolladas por otros autores, sobre los análisis matemáticos entorno a las emociones humanas, así como la relación que existe entre las emociones y los estados de salud, y su impacto en las personas.

**PALABRAS CLAVE:** Emociones humanas, estrés, estados de salud, modelos matemáticos.

### MATHEMATICAL MODELS OF STRESS, A CONTENT ANALYSIS

**ABSTRACT:** In medicine, stress or general adaptation syndrome is seen as a concern by the World Health Organization (WHO), who define work stress as the reaction that the individual may have to work demands and pressures. These demands can vary from one individual to another, as they are affected by culture, academic level, individual skills, environment and the primary conceptions of the person from their formation. The detection of stress occupied a large part of the medical community, in such a way that significant advances were made for its inclusion

and recognition as an occupational disease in 1950. This paper analyzes the proposals developed by other authors on mathematical analyzes around human emotions, as well as the relationship between emotions and health states, and their impact on people.

**KEYWORDS:** Human emotions, stress, health states, mathematical models.

## 1 | INTRODUCCIÓN

En 1872, Charles Darwin (Fernández-Berrocal, 2009) publicó los resultados de uno de los trabajos más controversiales de los últimos cien años, en el que expuso los resultados de la recopilación de información de sus treinta años de estudios sobre las emociones. En estos resultados Darwin manifestó dos ideas fundamentales; las emociones son innatas y universales, y que las emociones son producto de la evolución. Darwin postuló que las expresiones faciales son un reflejo de las emociones y que estas no son exclusivas de los humanos (Ramírez, 2001). Sin embargo, en las referencias (Harlow & Harlow, 1962), (Reite & Short, 1981) se afirma que la sonrisa y el llanto son exclusivas de los humanos, como manifestación de las emociones como mecanismo de adaptación de la especie (Montagu, 1959).

Las emociones pueden generar diferentes respuestas en el organismo (Palacios, 2017), tanto favorables como adversas, entre los que se cuentan la alegría, tristeza, enfado, desagrado, entre otros. Estas emociones están sujetas a las condiciones sociales y culturales, que afectan la conducta de las personas y por ende, influyen en la percepción de la realidad que desencadena dichas emociones (Palacios, 2017), (Surrallés, 2005), (Bourdin, 2016).

Tomando en cuenta lo expuesto en (Ibañez, 2009) y (Wierzbicka, 1986) se establecen las emociones básicas, que a partir de sus compuestos dan origen a emociones secundarias, así entonces se lista el interés, la alegría, la sorpresa, la tristeza, la ira, la repugnancia, el desprecio o desdén, el miedo o temor, la vergüenza o la timidez y la culpa. De modo que una emoción secundaria podría ser por ejemplo el espanto, producto del miedo con la sorpresa.

Las emociones que alcanzan niveles intensos y se presentan con mucha frecuencia tienden a producir cambios en la conducta, de manera que se dejan a un lado los aspectos saludables y se empiezan a desarrollar conductas adictivas que afectan el estado de salud, desencadenando reacciones fisiológicas que determinan el estrés (Moure, 2011).

El estrés subyace en las emociones, por cuanto sus efectos inciden tanto en la salud física y mental como en el rendimiento laboral y desempeño social de las personas (Naranjo M. , 2009). El problema del estrés está asociado a los requerimientos de la modernidad, centrada en la búsqueda de alternativas para una mejor calidad de vida, y por ende no se evalúan las consecuencias de la salud física y mental de las personas afectadas (Naranjo M. , 2009), (Martínez & Díaz, 2007).

Cuando se reciben estímulos estresores se produce una reacción fisiológica, como respuesta, se activa el eje hipofisopararrenal y el sistema nervioso vegetativo (Sánchez & Vaquero, 2008), (González & Landero, 2006), produciendo la liberación de hormonas responsables de los cambios en el organismo (Berrío & Mazo, 2011), (Maslach & Pines, 1977). Por una parte, se producen glucocorticoides y andrógenos que afectan los procesos infecciosos, reducen los niveles de proteínas, aumentan el nivel de azúcar en la sangre, incrementan el nivel de calcio, incrementan la fuerza, la masa muscular y las características masculinas. Por otro lado, se producen la adrenalina y la noradrenalina, ocasionando dilatación de las pupilas, aumento de la coagulación, aumento del ritmo cardíaco, vasodilatación muscular, reducción del estrógeno y la testosterona, y el incremento de energía (Berrío & Mazo, 2011), (Maslach & Pines, 1977).

El estrés puede producir reacciones favorables o desfavorables en los individuos, según sean los estímulos estresores (Rubio, Guerrero, & Castro, 2003). Puede entonces presentarse de manera leve, media o moderada, según las características de las situaciones particulares del individuo (Berrío & Mazo, 2011), (Rubio, Guerrero, & Castro, 2003). Cada una de estas divisiones se representan a través de las emociones humanas, que pueden estar caracterizadas a través de la ira, el asco, el miedo, la alegría, tristeza, sorpresa y finalmente la ausencia de emociones o la emoción nula (Wierzbicka, 1986). La adaptación al cambio dependerá de las reacciones de las hormonas glucocorticoide, andrógeno, adrenalina y noradrenalina dentro de su rango de trabajo normal; produciéndose tres posibles niveles de estrés (Berrío & Mazo, 2011), (Naranjo M. , 2009); eustrés, distrés y nivel óptimo de estrés.

Los estados emocionales desempeñan un importante papel en la adaptación humana, en el corto y el largo plazo (Domínguez & Olvera, 2006). En general, es fácil identificar el valor adaptativo de sentir felicidad, relajación o satisfacción; sin embargo incluso para los especialistas, reconocer las ventajas de los estados emocionales negativos, como la ansiedad, la depresión y el dolor crónico, requiere habilidades clínicas de observación por arriba del promedio.

Se ha aceptado que la corteza suprarrenal produce tres clases principales de esteroides: 1) glucocorticoides, 2) mineralocorticoides y 3) andrógenos. El funcionamiento de la glándula suprarrenal es importante para regular una gran cantidad de acciones de la vida diaria como, por ejemplo, el metabolismo intermedio de los carbohidratos, la respuesta inmunitaria, la presión arterial, el volumen vascular, los electrólitos y las características sexuales secundarias. El eje hipotálamo-hipofisario-suprarrenal, además, tiene una influencia en la respuesta al estrés, que aumenta rápidamente los niveles de cortisol (Lavalle-González, y otros, 2011).

El estrés ha sido un tema de interés y de inquietud para diversos científicos de la conducta humana (Lavalle-González, y otros, 2011), por cuanto sus efectos inciden tanto en la salud física y mental, como en el desempeño laboral y académico del individuo. Puede

provocar preocupación y ansiedad conduciendo a trastornos personales, desórdenes familiares e incluso sociales (Lavalle-González, y otros, 2011), (Naranjo M. , 2009).

La situación actual de las organizaciones ha conducido a situaciones de estrés en el colectivo de los trabajadores de las empresas de producción y servicios (Flórez, 2014), siendo ésta la principal causa en la proliferación de enfermedades a nivel del sistema cardiovascular, sistema gastrointestinal y sistema dérmico (Moure, 2011), (Lavalle-González, y otros, 2011)- (Slipak O. , 1991). Estas enfermedades y otras dolencias producidas por el estrés afectan de manera indirecta la eficiencia de las personas y por ende la productividad en las organizaciones, representando un aumento del ausentismo laboral por reposos médicos debido a accidentes de trabajo y/o enfermedades ocupacionales (Antón, 2013), (Naranjo M. , 2009), (Sánchez & Maldonado, 2003).

Según (Alcántara Moreno, 2008), (Slipak O. E., 1991), (Comercio, 2019) el estrés laboral es el único riesgo ocupacional capaz de afectar al 100% de la población. Por lo tanto, es catalogado como una epidemia. El estrés es una enfermedad que Hans Selye predijo en 1930 en el contexto médico. Las personas experimentan situaciones de ansiedad, astenia y desánimo general, llamado en un principio el *síndrome de estar enfermo*. Estas observaciones estuvieron presentes en pacientes de distintas enfermedades y de distintas características físicas y psicológicas.

Los experimentos clínicos continuaron hasta la década de los '50, cuando la psicología lo adopta como el conjunto de características psicofisiológicas y lo denomina el síndrome general de adaptación (Alcántara Moreno, 2008)- (De Camargo, 2004). En 1989, Patterson y Nefeuld (Neufeld & Paterson, 1989), (Moscoso, 1998) dieron apertura para considerar el estrés como un área específica de estudio, y a su vez debatiendo entre el estrés como respuesta del organismo y el estrés como estímulo para las situaciones de salud.

Si consideramos que el estrés es una variable que afecta a la salud, entonces es posible que esta relación se materialice en ecuaciones que definan su pertinencia o no, incluyendo así los estímulos estresores y las características de salud que podrían verse afectadas ante una permanencia del estrés en el organismo.

La solución del modelo dinámico del estrés permite, por una parte, obtener un conjunto de variables físicas: estresor, mecanismos psicológicos, etc. Y por otra, información sobre el impacto del estrés en las enfermedades. Rojas (Rojas Sierra, 2012) sugiere un modelo causal para el análisis dinámico del estrés, evaluando a través del mismo la retroalimentación del estrés y las enfermedades. Rahe (Rahe R. , 1990) afirma que es importante el conocimiento de la historia natural de los estresores psicosociales y su relación con los estados de salud y enfermedad de los individuos, considerando el impacto psicosocial de los estresores en el tratamiento del síndrome general de adaptación. En (Rahe R. , 1990) se desarrolla una tabla de vida, que documenta cronológicamente los principales acontecimientos de la historia de una persona y el estado de salud concomitante

a lo largo de su existencia, pudiendo comprender cómo se desarrollaron las enfermedades en consonancia con las situaciones estresantes suscitadas.

En la referencia (Neufeld & Paterson, 1989) se analiza principalmente la respuesta activa a la percepción inicial de amenaza, describiendo un modelo del proceso de afrontamiento, que incluye la toma de decisiones y la cantidad de estrés que se espera en diferentes situaciones, además se consideran los efectos de la propia respuesta al estrés sobre las facultades cognitivas.

Algunos autores (Kroenke, Spitzer, & Williams., 2002) han evaluado el concepto de síntomas psicossomáticos, como un efecto que relaciona de forma muy estrecha el estrés y un conjunto de factores tanto cognitivos como emocionales y sociales (Lazarus. & Folkman., 1984), (Sandín., 1999). Esta condición de salud se ha hecho frecuente en las últimas décadas, sobre todo en los ambientes laborales, trayendo importantes consecuencias para las personas. Los efectos que puede desencadenar el estrés incluyen cambios de ánimos fluctuantes, irritación, depresión, problemas para socializar, desánimo, bajo rendimiento en el trabajo y problemas de salud como presión alta, erupciones en la piel, problemas cutáneos, entre otros (González & Landero, 2006).

El estrés y las emociones están condenadas a permanecer unidas (Costa & McCrae., 1987), ya que el primero se produce dependiendo de las reacciones que las emociones desencadenan en el organismo. Así, es posible que un mismo estímulo no produzca la misma emoción en un conjunto de personas, este podría producir diferentes emociones en diferentes personas, las cuales a su vez están condicionadas a las características propias de cada persona, desde la formación familiar hasta la formación académica y las relaciones sociales, son factores que influyen para que una emoción tenga ciertas reacciones fisiológicas en determinados individuos y no las tenga en otros. De esta manera, no es posible categorizar los estímulos, aunque si es posible clasificarlos probabilísticamente.

De esta manera, es pertinente decir que un alto porcentaje de personas siente estrés cuando pierde el empleo, pero esto deberá estar sujeto a las características individuales de cada uno, ya que aquella persona que tiene diversas fuentes de ingreso no sentirá el mismo estrés que aquellas personas que no tienen ninguna otra fuente de ingresos. Lo mismo ocurrirá con todos los estímulos estresores, estarán condicionados a las características propias de cada individuo.

Es posible entonces asegurar que el estrés tiene un proceso de avance desde su origen hasta el colapso del organismo. Partiendo desde la aparición de los estímulos estresores, su presencia y constancia desencadenan reacciones internas en el organismo, estas a su vez suelen tratarse con otro tipo de reacciones de auto defensa, como la ingesta de alcohol y de drogas, que aunque no resuelven el problema, lo disfrazan. Es así como el organismo se auto engaña, mientras el estrés se hace cada vez mayor, logrando afectar algunos órganos y funciones naturales, principalmente las relacionadas con el sistema circulatorio, problemas cardíacos, problemas dérmicos, y situaciones emocionales en

general.

La evaluación dinámica del estrés (Rojas., 2012), (Wheeler., 2012), (Suárez & Rosales, 2019), permite reconocer el impacto que este produce a los estados de salud, evidenciando que los estímulos estresores, identificados como los puntos críticos, son desencadenantes del estrés y en consecuencia de las afecciones de salud que pueda presentar la persona. Rojas (Rojas., 2012) evalúa un proceso de retroalimentación del estrés y las enfermedades causadas por el mismo, mientras Rahe (Rahe R. , 1978) propone identificar los estímulos estresores psicosociales y su influencia en el estado de salud, y el tratamiento del síndrome general de adaptación.

Se han considerado algunos parámetros que permiten medir el estrés (Suárez, Rosales, & Sayago, 2018), que son variables no invasivas y que están dadas básicamente por signos vitales como pulso y respiración. Sin embargo, otros estudios (Velásquez., 2008) han demostrado que son muchos los parámetros que pudieran caracterizar el estrés, pero que uno de los más relevantes es el espectro de voz (Velásquez., 2008), (Giraldo. & Quintero., 2010). Masip, Garrido y Herrero (Masip, Garrido, & Herrero., 2004) han valorado la importancia de las vibraciones de la voz ante las reacciones estresantes del organismo como la mentira, asegurando que todo proceso de estrés conduce a pequeñas vibraciones en el timbre de voz que permiten diferenciar a una persona en esta situación. Otros autores (Ortego C. , 2009) señalan la importancia de evaluar el habla para caracterizar el estado emocional de las personas, pudiendo ser posible con métodos computacionales como front-end y back-end, tomando en cuenta la voz como variable de entrada. El sistema reconoce las emociones y sus efectos en el habla natural de las personas.

En este trabajo se ha considerado la evaluación del espectro de voz para el reconocimiento de estrés en las personas, a partir de una aplicación médica que permite la evaluación y el seguimiento de los pacientes. Además, se muestran las ecuaciones dinámicas del estrés y su relación con las enfermedades.

## 2 | ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO

Cuando se presentan estímulos estresores, el organismo percibe estos como situaciones que afectan el estado de ánimo (La dinámica de sistemas y el aprendizaje del alumno en la educación escolar.) . Cuando se presentan estos estímulos de forma permanente se hace más complicado para el sujeto evadir los efectos de los mismos, por esto busca refugio en otras soluciones que pueden conducir al consumo de alcohol, entre otras variantes que podrían empeorar su situación de salud y su estado emocional. Cuando la influencia de los estímulos estresores es muy fuerte, se empiezan a manifestar otras reacciones en el organismo, ocasionando problemas más serios de salud, problemas de conducta y problemas emocionales que podrían llegar a ser irreparables si no se atienden de forma apropiada.

### 3 I MODELADO MATEMÁTICO, UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Según (Rojas Sierra, 2012)- (Amador Moncada, Granada Díaz, Redondo Ostegón, & Tost, 2017) las ecuaciones dinámicas son productos de una relación causa-efecto, basado en los flujos de entrada y salida. En este trabajo se ha considerado un diagrama de estados, como se observa en la figura 1. Donde los estados varían desde el estrés hasta la eliminación del estresor, que produce el afrontamiento a la enfermedad, como consecuencia de una solución médica profesional. La dinámica propuesta por Forrester (Forrester)- (Amador Moncada, Granada Díaz, Redondo Ostegón, & Tost, 2017) supone la vinculación de variables de un determinado sistema con el fin de alcanzar las dependencias entre ellas y sus efectos.

Se ha considerado un diagrama de estados que consiste en una representación del estrés, E, estresor, Es, y también aquellas variables asociadas a los estados de salud de las personas. Se ha tomado en cuenta que cuando el estresor aumenta, el nivel de estrés también aumenta, y en consecuencia la persona afectada tiende a buscar soluciones para intentar equilibrar esta situación, estas soluciones no son tales, pues en su mayoría suelen ser el alcohol, la ingesta excesiva de alimentos, las salidas a fiestas y demás actividades que suelen utilizarse para disfrazar la situación de estrés, que además se vinculan con un mecanismo de autodefensa del organismo y resistencia para abordar la situación de estrés. Cuando estas posibles soluciones actúan es posible observar una posible mejora del estado de salud, que a su vez, irá en decremento a medida que el estresor siga presente y que las soluciones aparentes no puedan producir el efecto real que se espera, para finalmente ser indispensable la ayuda de un profesional médico. En la figura 1 se muestran las relaciones entre el estresor y el desencadenamiento de un mal estado de salud en las personas, siendo necesaria la reducción del estresor para mejorar las condiciones del estrés y en consecuencia, el mejoramiento de la salud del paciente.

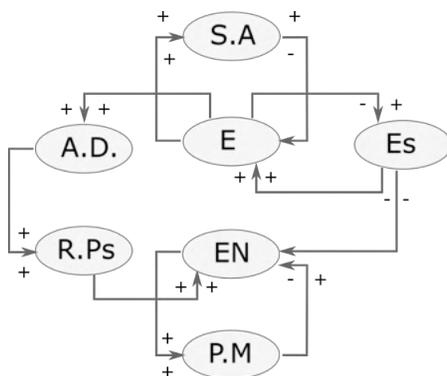


Figura 1. Diagrama de estados; SA: solución aparente, E: estrés, Es: Estresor; AD: AutoDefensa; RPs: Respuesta Psicosomática; EN: Enfermedad; PM: Profesional Médico

Fuente: (Amador Moncada, Granada Díaz, Redondo Ostegón, & Tost, 2017)

Analizando los estados del diagrama de la figura 1, es posible coincidir con (Rojas Sierra, 2012), (Amador Moncada, Granada Díaz, Redondo Ostegón, & Tost, 2017) y constatar las ecuaciones de la (1) a la (6):

$$\frac{d(E)}{dt} = E_S - S.A \quad (1)$$

$$\frac{d(EN)}{dt} = R.P_S - P.M \quad (2)$$

$$E = \alpha(E * EN) \quad (3)$$

$$S.A = \beta(E) \quad (4)$$

$$R.P_S = \delta(f(E)) \quad (5)$$

$$P.M = \gamma(EN) \quad (6)$$

Las constantes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\gamma$ , refieren a parámetros propios de (1) y (2). Cuando analizamos (Amador Moncada, Granada Díaz, Redondo Ostegón, & Tost, 2017) y (Forrester, Industrial Dynamics, Cambridge., 1961), es posible cuantificar el estrés y el estado de salud, a partir de la tasa de incidencia del mal estado de salud ( $\alpha$ ), la frecuencia de manifestación del estrés ( $\beta$ ), índice del mal estado de salud en contraste con la escala de estrés (Forrester, Industrial Dynamics, Cambridge., 1961), y la frecuencia de la enfermedad ( $\gamma$ ).

De las referencias (Forrester, Counterintuitive Behavior of Social Systems, 1971), (Merino.Soto & Ruiz-Del Castillo, 2018) es posible afirmar que a medida que el nivel de estrés se hace mayor, el organismo intenta solucionar la situación, con mecanismos de autodefensa. Así pues, es posible generalizar las ecuaciones en función de  $x$  y  $y$  que representan el estrés ( $x$ ) y la enfermedad o mal estado de salud ( $y$ ).

$$\frac{dx}{dt} = \alpha xy - \beta x \quad (7)$$

$$\frac{dy}{dt} = \delta x - \gamma y \quad (8)$$

Para atender estas ecuaciones es necesario hallar el jacobiano:

$$\alpha xy - \beta x = 0 \quad (9)$$

La representación linealizada de (7) y (8) es

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha y - \beta & \alpha x \\ c & -d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (10)$$

Las ecuaciones (7) y (8) representan un sistema no lineal autónomo, en el que es posible evaluar los puntos estacionarios o críticos, y se evidencia que estos estarían dados por (11)

$$Pto1: (0,0) \quad (11)$$

$$Pto2: \left( \frac{bd}{ac}; \frac{b}{a} \right)$$

La intersección de las nuclinas dadas en (7) y (8) definen estos puntos críticos dados por (13). Es posible entonces que este sistema no lineal pueda ser linealizado con un desarrollo de Taylor en el punto crítico, en este punto las variables que definen el comportamiento del sistema no manifiestan cambios o variaciones y por tanto, las derivadas asociadas a ellas se anulan. Por lo que las ecuaciones en el punto de funcionamiento se expresan como:

$$x' - axy + by = 0 \quad (12)$$

$$ax_0 = b ; x_0 = \frac{b}{a} \text{ con } x' = 0 \quad (13)$$

$$y' + dy - cx = 0 \quad (14)$$

$$y_0 = \frac{cx}{d} ; y_0 = \frac{cb}{ad} \text{ con } y' = 0 \quad (15)$$

Ya definidas las ecuaciones en el punto de operación, es posible desarrollar Taylor, y linealizar con el jacobiano (16) en los puntos críticos.

En (18) se observa la matriz jacobiana con los autovalores en el origen dados por  $\lambda = -b$  y  $\lambda = -d$

$$J(0,0) = \begin{pmatrix} -b & 0 \\ c & -d \end{pmatrix} \quad (16)$$

Mientras que los autovalores para el punto crítico  $\left( \frac{bd}{ac}; \frac{b}{a} \right)$  vienen dados por  $\lambda = -\frac{d}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + \frac{b^2d}{a}}$ , obteniendo así un  $\lambda_1 = -\frac{d}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + \frac{b^2d}{a}}$ ,  $\lambda_2 = -\frac{d}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + \frac{b^2d}{a}}$

Puede observarse que el discriminante es siempre positivo, como también aseguran otros autores (Amador Moncada, Granada Díaz, Redondo Ostegón, & Tost, 2017), y también es evidente que  $\lambda_1$  es negativo y  $\lambda_2$  es positivo. Lo que ocasiona un equilibrio circunstancial, esto implica que, si el estresor aumenta, el nivel de estrés aumenta produciendo estados de ánimos crecientes en la persona afectada, mientras que si el estresor se reduce, el nivel de estrés se hace menor y el estado de salud del paciente mejora.

El sistema linealizado en L'place se muestra en (17) y (18); por convencionalismo se han cambiado las letras griegas por letras latinas ( $a \rightarrow \alpha$ ;  $b \rightarrow \beta$ ;  $c \rightarrow \delta$ ;  $d \rightarrow \gamma$ )

$$Y(S) = \frac{b(d+1)}{aS(S+d)} \quad (17)$$

$$X(S) = \frac{bd}{acS} \quad (18)$$

## 4 | EL ESPECTRO DE VOZ

En el proceso de proyección de la voz se involucran órganos del sistema respiratorio y digestivo, que son controlados por el sistema nervioso central (Sánchez & Pérez, 2007). La excitación generada en las cuerdas vocales es propagada a través de la faringe, la cavidad bucal y la cavidad nasal (Sánchez & Pérez, 2007), (Vargas., 2003). Estas cavidades determinan las características acústicas de la voz (Cárdenas., Ceballos., Shang-Hsueh., Pavez., & Terrisse., 2010).

La figura 2 muestra un esquema del recorrido de la señal de voz, en ella se observa que la función básica inicial es la inhalación.

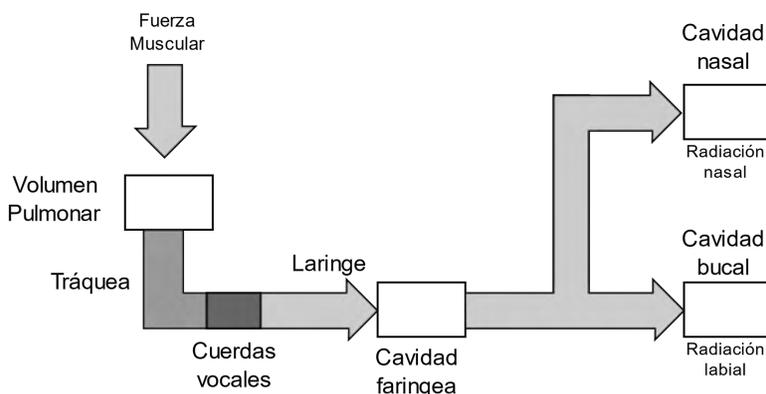


Figura 2. Diagrama de producción de voz.

Fuente: (Suárez, Rosales, & Sayago, 2018)

La expulsión del aire depende de la energía de los músculos del tórax, cuando el tórax se contrae se produce un aumento de la presión pulmonar, lo que expulsa el aire y lo hace atravesar los bronquios y la tráquea, actuando como excitatriz del conducto vocal. Una vez realizado este proceso es posible producir una voz sonora, como consecuencia de la tensión en las cuerdas vocales, que vibran producto del flujo de aire. También es posible generar una voz sorda, producto de una obstrucción en el flujo de aire que atraviesa la cavidad vocal.

El modelo matemático de generación de voz se basa en el análisis del tracto vocal, como una concatenación de tuberías de sección variable, produciendo una función de transferencia (Sánchez & Pérez, 2007).

La transformada de Fourier es una de las herramientas más utilizadas en el procesamiento de señales, la cual consiste en pasar una señal del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, lo cual facilita el análisis de las diferentes frecuencias presentes en la señal.

La transformada de Fourier está dada en (20) y en ella se observa  $f(t)$  en función del

tiempo y  $\hat{f}(w)$  en el dominio de la frecuencia.

$$\hat{f}(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i2\pi wt} dt \quad (19)$$

Una de las debilidades de la Transformada de Fourier es que no permite el análisis frecuencial localizado (Cárdenas., Ceballos., Shang-Hsueh., Pavez., & Terrisse., 2010). El método de la función ventana permite analizar el tiempo y frecuencia de la señal. Para este proceso se multiplica la señal original por la función ventana, que es la encargada de acotar la señal en un intervalo de tiempo. Esta transformación es llamada Transformada de Fourier en Tiempo Corto (STFT) y se define en (21).

$$G(w, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t).g(t - \tau)e^{-i2\pi wt} dt \quad (20)$$

$g(t)$  es la función gaussiana que define entonces la transformada Gabor.

Además, se aplica una descomposición de modo empírico, para completar el proceso con un FILTRADO de la señal. Los componentes obtenidos de dicha filtración se llaman función de modo intrínseco (Estrada., Torres., & Raimon, 2014).

## 5 | LA VOZ Y LOS ESTADOS EMOCIONALES

Duque y Morales [15] afirman que existe una relación estrecha entre las características de la voz y los estados emocionales de las personas (figura 3). Algunas investigaciones (Roldan., 1998), (Núñez, Cortéz, & Suárez., 2006), han demostrado que varios aspectos del estado físico y emocional, incluyendo edad, sexo, nivel de inteligencia, aspecto físico y personalidad, pueden ser identificados solo con la voz.



Figura 3. Relación voz-estados emocionales

Fuente: (Duque & Morales, 2007)

Gracias a estudios recientes (J.González., T.Cervera., & J.Miralles., 2002), ha sido posible asegurar que algunos de los componentes de la voz son característicos para expresar emociones, entre las que se puede mencionar:

- La frecuencia fundamental.
- EL tiempo de duración.
- La calidad de la voz.

De estos aspectos, la frecuencia fundamental es la más resaltante para determinar las emociones. La curva del tono de voz podría suponerse discontinua para las emociones consideradas como negativas (miedo, enfado) y es suave para las emociones positivas (por ejemplo, la alegría).

## 6 | EL ESTRÉS Y LA VOZ

La clasificación del estrés tomando en cuenta el promedio de frecuencia de la voz, es considerada por (Elisei., 2012) , (Ortego C. , 2009) , (Duque & Morales, 2007) en la forma siguiente:

Estado neutral: Es el estado en el que la persona no tiene un estrés significativo, está en estado de relajación, la frecuencia de voz está en el rango  $12\text{Hz} > f_v \geq 8\text{Hz}$

Estado medio: Es el estado en el que la persona siente cierto nivel de estrés significativo, angustia, inquietud moderada, la frecuencia de su voz se encuentra en el rango de  $15\text{Hz} > f_v \geq 12\text{Hz}$

Estado alto: Es el estado en el que la persona presenta un alto nivel de estrés, inquietud elevada, ansiedad, factores físicos como sudoración, la frecuencia de su voz está en el rango de  $17\text{Hz} > f_v \geq 15\text{Hz}$

## 7 | LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES

En los procesos con redes neuronales se tienen cuatro elementos básicos:

1. Las conexiones, pesos o sinapsis que definen el comportamiento de la neurona. Dichas conexiones pueden estar representadas por un signo positivo cuando se consideren excitadoras, o presentar un signo negativo cuando se consideren inhibitoras.
2. Un elemento sumador que suma las entradas multiplicadas por las sinapsis correspondientes.
3. La función de activación no lineal para condicionar la amplitud de la señal de salida.
4. Un nivel de umbral que determina la activación de la neurona.

La figura 4 describe de forma gráfica el comportamiento y los elementos de la

neurona.

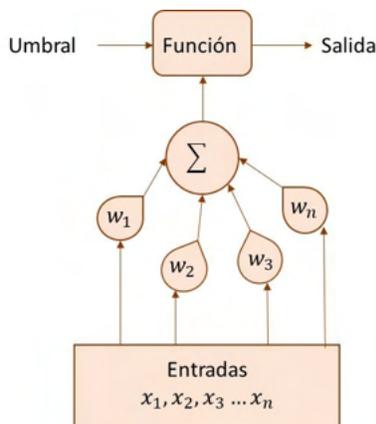


Figura 4. Modelo de la red neuronal

Fuente: Propia

Matemáticamente se pueden reconocer las expresiones dadas en (21) y (22)

$$U = \sum_{j=1}^k w(j) \cdot x(j) \quad (21)$$

Y

$$\text{Salida} = \rho(U - \text{umbral}) \quad (22)$$

Donde es una función no lineal conocida como función de activación. Por lo general esta se asocia al umbral de la salida U, mediante una entrada y un peso adicional, como se observa en (23).

$$\text{umbral} = \sum_{j=0}^k w(j) \cdot x(j), x(0) = 1 \quad (23)$$

El modelo neuronal descrito es considerado el modelo general, sin embargo también son posibles otros modelos que no llevan a cabo un promedio de las entradas directamente, sino que antes de multiplicar por los pesos realizan una transformación de las entradas, que puede ser cuadrática, polinómica o esférica.

El modelo planteado en (23) es un modelo estático, por lo que un modelo más completo debería considerar salidas anteriores, dando origen a un modelo dinámico, originando una neurona con memoria, como describe (24):

$$\text{Salida} = F(\text{salidas}_{n-k}, \text{entradas}), k=1, \dots, n-1 \quad (24)$$

Lo que conduce a afirmar que la salida no solo depende de las entradas como en (23) sino que además depende de las salidas anteriores.

## REFERENCIAS

Alcántara Moreno, G. (2008). La definición de salud de la Organización Mundial de la salud y la interdisciplinariedad Sapiens. *Rev. Universitaria de Investigación*, 9(1), 93-107.

- Amador Moncada, J. A., Granada Díaz, H. A., Redondo Ostegón, J. M., & Tost, G. O. (2017). Dinámicas no lineales y no suaves en procesos estrés-enfermedad. *Rev. Ciencia y Desarrollo*, 8(1), 9-19.
- Antón, E. (2013). Estrés laboral y variables biomédicas. *Revista My Science Work*.
- Berrio, N., & Mazo, R. (2011). Estrés Académico. *Revista Dialnet*, 3(2).
- Bourdin, G. (2016). antropology of the emotions: cocepts and trends. *Revista de Ciencias Antropológicas*(67), 55-74.
- Cárdenas, I., Ceballos, H., Shang-Hsueh, L., Pavez, W., & Terrisse, C. (2010). *Estudio acústico de la variación interlocutor en sujetos hablantes nativos del español de Santiago de Chile*. Chile: Tesis de Grado. Universidad de Chile.
- Comercio, E. (26 de enero de 2019). Estrés laboral en el Ecuador. *EL Comercio*.
- Costa, P., & McCrae, R. (1987). Neuroticism, somatic complaints, and disease; When are somatic complaints unfounded? . *American Psychologist*, 40, 19-28.
- De Camargo, B. (2004). Estrés, Síndrome General de Adaptación o Reacción General de Alarma. *Rev. Médico Científica*, 17(2), 123-135.
- Domínguez, B., & Olvera, Y. (2006). Estados emocionales negativos; dolor crónico y estrés. *Rev. Ciencias*, 67-75.
- Duque, C., & Morales, M. (2007). *Caracterización de voz empleando análisis tiempo-frecuencia aplicadca al reconocimiento de emociones*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Elisei, N. (2012). Análisis acústico de la voz normal y patológica utilizando dos sistemas diferentes: ANAGRAF Y PRAAT. *Interdisciplinaria*, 29(2), 339-357.
- Estrada, L., Torres, A., & Raimon, J. (2014). Evaluación de la asincronía bilateral y toracoabdominal mediante señales mecanomiográficas. A: *Congreso Anual de la Sociedad Española de Bioingeniería. "Libro de Actas del CASEIB 2014 XXXII Congreso Anual de la* . España.
- Fernández-Berrocal, P. (2009). *Darwin y el misterio de las emociones*. Málaga: UMA. SEDOC.
- Flórez, C. (2014). *Estrés laboral en empresas de producción*. Colombia: Universidad de Manizales.
- Forrester, J. (1961). Industrial Dynamics, Cambridge. *Productivity Press*, 464.
- Forrester, J. (1971). Counterintuitive Behavior of Social Systems. *Technology Review*, 73(3), 53-68.
- Forrestere, j. (s.f.). La dinámica de sistemas y el aprendizaje del alumno en la educación escolar. *Rev. Academia* .
- Giraldo, D., & Quintero, O. (2010). *Análisis de señales de audio utilizando la transformada de Gabor*. Recuperado el junio de 2019, de [https://repository.eafit.edu.co/.../29%20Analisis\\_de\\_senales\\_audio\\_utilizando\\_transformada](https://repository.eafit.edu.co/.../29%20Analisis_de_senales_audio_utilizando_transformada)

- González, M., & Landero, R. (2006). Síntomas psicossomáticos y teoría transaccional del estrés. *Revista Ansiedad y estrés*, 12(1), 45-61.
- Harlow, H., & Harlow, M. (1962). Social Deprivation in Monkey. *Scientific American*(207), 136-146.
- Ibañez, C. (2009). Charles Darwin. *Sociedad*, 38-42.
- J.González, T.Cervera., & J.Miralles. (2002). Análisis acústico de la voz: Fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. . 53(4), 256-268.
- Kroenke, K., Spitzer, R., & Williams, J. (2002). he PHQ-15: validity of a new measure for evaluating the severity of somatic symptoms. *Psychosomatic Medicine*, vol. 64, 258-266.
- Lavalle-González, F., Villarreal-Pérez, J., González, G., Montes-Villarreal, M., Mancillas-Adame, L., Tamez-Pérez, H., & al., e. (2011). Validación de la medición de cortisol en saliva de una población de adultos jóvenes. *Rev. Endocrinología y Nutrición*, 19(4), 146-158.
- Lavalle-González, F., Villarreal-Pérez, J., González-González, G., Montes-Villarreal, J., Mancillas-Adame, L., Tamez-Pérez, H., . . . Valencia-García, J. (2011). Validación de la medición de cortisol en saliva de una población de adultos jóvenes. *Revista de endocrinología y nutrición.*, 19(4), 146-148.
- Lazarus., R., & Folkman., S. (1984). Stress, coping and adaptation. *New York, Springer*.
- Martínez, E., & Díaz, D. (2007). Una aproximación psicosocial al estrés escolar. *Educación y Educadores*, 10(2).
- Masip, J., Garrido, E., & Herrero., C. (2004). La detección de la mentira mediante la medida de la tensión en la voz: una revisión crítica. . *Estudios de psicología*, 25(1).
- Maslach, C., & Pines, A. (1977). The burnout syndrome in day care setting. *Rev. Child care quarterly*, 62, 100-113.
- Merino.Soto, C., & Ruiz-Del Castillo, C. G. (2018). Explorando el vínculo entre la inteligencia emocional y la satisfacción con la vida en adultos peruanos. *Rev. Ansiedad y Estrés.*, 24(2), 140-143.
- Montagu, A. (1959). Natural Selection and the Origin and Evolution of Weeping in Man. *Science*(130), 1572-1573.
- Moscoso, M. (1998). Estrés, salud y emociones: estudio de la ansiedad, cólera y hostilidad. *Rev. De la facultad de psicología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*, 11(2), 47-68.
- Moure, P. (2011). De lo psicológico a lo fisiológico en la relación entre emociones y salud. *Revista Psicología Científica*, 13(19), 1-8.
- Naranjo, M. (2009). Una revisión teórica sobre el estrés y algunos aspectos relevantes de este en el ámbito educativo. *Revista Educación*, 33(2), 171-190.
- Naranjo, M. (2009). Una revisión teórica sobre el estrés y algunos aspectos relevantes de este en el ámbito educativo. *Rev. Educación*, 33(2), 171-190.

- Neufeld, R., & Paterson, R. (1989). Advances in the investigation of psychological stress. *Wiley series on health psychology/behavioral medicine.*, 43-67.
- Núñez, F., Cortéz, P., & Suárez., C. (2006). Índice de incapacidad vocal: predictivos. *Acta Otorrinolaringol*, 57, 101-108.
- Ortego, C. (2009). *Detección de emociones en voz espontánea*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Ortego, C. (2009). *Detección de emociones en voz espontánea*. . Madrid.: Trabajo de fin de carrera. Universidad Autónoma de Madrid.
- Palacios, D. (2017). *Contribución al estudio de selección de parámetros para identificación de estrés en la voz*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Rahe, R. (1978). Life change measurement clarification. *Psychosomatic Medicine*, 40, 95-98.
- Rahe, R. (1990). Estresores psicosociales y trastorno de adaptación: la tabla de vida de Van Gogh ilustra el estrés y la enfermedad. *The Journal of Clinical Psychiatry.*, 51(11), 13-19.
- Ramírez, E. (2001). Antropología "compleja" de las emociones humanas. *Isegoría*, 25, 177-200.
- Reite, M., & Short, R. (1981). Attachment, loss and depression. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*(2), 141-170.
- Rojas Sierra, C. A. (2012). *Procesos Complejos del Estrés: Dinámica no lineal*. Colombia: Tesis de MAestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Rojas., C. (2012). *Procesos Complejos del Estrés: Dinámica no lineal*. Colombia: Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Roldan., E. (1998). Calidad y dinámica de la voz en grupos sociales en la ciudad de Valdivia (Chile). . *Estudios Fisiológicos.*, 33, 111-118.
- Rubio, J., Guerrero, E., & Castro, F. (2003). *Fuentes de estrés, síndrome de Burnout y actitudes disfuncionales de orientadores de institutos de enseñanza secundaria*. España: Universidad de Extremadura.
- Sánchez, A., & Vaquero, M. (2008). Burnout, variables fisiológicas y antropométricas: un estudio en el profesorado. *Revista medicina y seguridad en el trabajo*, 54(210).
- Sánchez, C. D., & Pérez, M. M. (2007). *Caracterización de voz empleando análisis tiempo-frecuencia aplicada al reconocimiento de emociones*. Pereira.: Trabajo de grado. Universidad tecnológica de Pereira.
- Sánchez, M., & Maldonado, L. (2003). Estrés en docentes universitarios. *Revista de Ciencias Sociales*, IX(2), 323-335.
- Sandín., B. (1999). El estrés psicosocial. *Madrid: Klinik*.
- Slipak, O. (1991). Estrés laboral. *Revista Psicología y Psiquiatría*.

Slipak, O. E. (1991). Historia y concepto del estrés. *Rev. Argentina de clínica neuropsiquiatría.*, 03, 355-360.

Suárez, F., & Rosales, L. (2019). Simulación de estrés en la generación de enfermedades laborales. *Espirales*, 2(9).

Suárez, F., Rosales, L., & Sayago, J. (2018). Artificial neural network for the evaluation of vital signs. *Universidad, Ciencia y Tecnología.*, 22(89), 103-107.

Surrallés, A. (2005). Afectividad y epistemología de las ciencias humanas. *Revista de Antropología Iberoamericana*, 1-15.

Vargas., F. (2003). *Selección de características en el análisis acústico de voces.* . Colombia: Masters Thesis, Universidad Nacional de Manizales.

Velásquez., G. (2008). *Sistema de reconocimiento de voz en Matlab.* Guatemala: Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Wheeler., E. (2012). *El estrés en estudiantes de EGB.* Buenos Aires, Argentina: Trabajo de Tesina. Universidad abierta interamericana.

Wierzbicka, A. (1986). Human Emotions: Universal or Culture-Specific? . *American Anthropologist*, 88(3), 584-594.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aluno 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 50, 51, 52, 55, 59, 83, 84, 86, 89, 99, 104, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 115, 121, 122, 123, 126, 127, 133, 134, 136, 137, 138, 148, 152, 153, 154, 155, 160, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 191, 192, 193

Anos iniciais 31, 32, 33, 34, 38, 39, 101, 120, 155, 162, 167, 171, 184

Aprendizagem 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 16, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 59, 60, 79, 80, 81, 82, 83, 89, 99, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 114, 115, 118, 119, 121, 123, 125, 127, 133, 136, 137, 138, 139, 140, 144, 145, 146, 148, 149, 151, 152, 154, 157, 160, 162, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 185, 186, 190, 191, 192, 193

Aprendizagem de medidas de comprimento 108

### C

Constante proporcionalidade 90

Construção histórica 90

### D

Dificuldades 1, 27, 34, 36, 38, 49, 58, 83, 105, 106, 109, 110, 122, 123, 126, 127, 133, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 184, 185, 186, 191, 192, 193

### E

Educação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 29, 30, 31, 40, 51, 59, 60, 61, 79, 80, 83, 89, 90, 91, 94, 99, 100, 101, 103, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 118, 119, 123, 126, 134, 135, 136, 137, 140, 141, 143, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 157, 160, 162, 164, 167, 168, 169, 185, 186, 193, 195

Educação básica 19, 29, 60, 79, 89, 90, 91, 94, 99, 119, 123, 143, 146, 147, 148, 167, 168, 186, 193, 195

Educação do campo 1, 2, 3, 5, 9, 13, 15, 16

Emociones humanas 62, 64, 77

Ensino de Matemática 1, 38, 49, 101, 108, 109, 112, 119, 123, 134, 136, 140, 147, 152, 153, 162, 164

Ensino desenvolvimental 136, 137, 139, 140, 141

Ensino remoto emergencial 79, 80, 89

Ensino técnico integrado 17

Estado da arte 136

Estados de salud 62, 65, 67, 68

Estrés 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 75, 76, 77, 78

## F

Fluxo de caixa 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29

Formação continuada 101, 102, 140

Formação de professores 19, 40, 101, 134, 136, 150, 195

Formação omnilateral 17, 18, 19, 29

Frações 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 92

## G

GeoGebra 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 136, 137, 138, 139, 140, 141

GeoGebra Classroom 79, 83, 84, 88

GeoGebra Notes 79, 82, 83, 88

Geometria 81, 83, 89, 90, 91, 92, 93, 99, 100, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 134, 135, 138, 141, 147, 166

## H

História 6, 9, 39, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 90, 91, 99, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 126, 128, 130, 134, 135, 137, 141, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 165, 185, 186

História da Matemática 48, 49, 51, 52, 55, 56, 58, 60, 90, 99, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 135, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 161, 185, 186

## I

Interdisciplinaridade 3, 29, 60, 119, 190

## L

Letramento matemático 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39

## M

Matemática 1, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 178, 182, 184, 185, 186, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Matemática financeira 17, 18, 19, 20, 21, 29, 30, 178

Materiais manipulativos 121, 158

Metodologia 7, 13, 16, 31, 36, 48, 49, 51, 54, 56, 59, 61, 79, 82, 83, 101, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 121, 123, 125, 139, 142, 146, 147, 152, 154, 156, 157, 173

Métodos de pontos interiores 41, 42, 45, 47

Modelagem matemática 15, 49, 50, 59, 101, 102, 105, 106, 110, 118, 153, 162

Modelos matemáticos 62

## O

Operações 48, 49, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 61, 91, 164, 166, 167, 168, 171, 172, 178, 185, 188

Operações fundamentais em  $\mathbb{Q}$  164

## P

Poliedros de Platão 121, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 133, 134

Poliedros regulares 121, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Prática pedagógica 7, 15, 48, 60, 104, 108, 117, 142, 143, 145, 150

Práticas 9, 14, 34, 35, 36, 38, 39, 79, 82, 103, 104, 106, 107, 110, 122, 124, 137, 142, 145, 147, 148, 150, 186, 190, 191

Professor 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 27, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 58, 82, 83, 84, 89, 94, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110, 113, 115, 123, 127, 134, 137, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 153, 155, 158, 160, 162, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 176, 185, 186, 190, 191, 193, 195

Professor iniciante de matemática 142, 143, 146

Programação quadrática 41, 42

## R

Recurso educacional aberto 17, 19

Regularização de Tikhonov 41, 42, 47

Resolução de problemas 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 47, 49, 50, 61, 105, 106, 110, 153, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 191

## S

Superação 142, 147

## T

Tendência 9, 49, 50, 51, 58, 61, 109, 110, 112, 114, 151, 152, 153, 155, 156, 160, 161, 162, 164, 169, 170

Teorema de Riemann 90, 96, 97

TIC 30, 51, 60, 61, 79, 82, 83, 89, 138, 140

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

# Investigação científica em



# matemática e suas aplicações 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

# Investigação científica em



# matemática e suas aplicações 2

Atena  
Editora

Ano 2022